МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Рекомендовано вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури як навчальний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення»

Київ 2026

УДК 628.1+628.2
К63

Автори: О. В. Кравченко, д-р техн. наук, старш. дослідник;
Т. В. Аргатенко, канд. техн. наук, доцент;
О. М. Нечипор, канд. техн. наук, доцент;
Т. В. Куба, аспірантка

Рецензенти: *В. П. Хоружий*, д-р техн. наук, професор, КНУБА;
Л. М. Маркіна, д-р техн. наук, професор, ДНУ «Інститут екологічного відновлення та розвитку України»;
В. Я. Кобилянський, канд. техн. наук, доцент, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Затверджено на засіданні вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол № 47 від 24.09.2026 року.

Комплексне проєктування систем водопостачання та водовідведення : К63 навчальний посібник [електронний ресурс] / О. В. Кравченко та ін. – Київ : КНУБА, 2026. – 192 с.

ISBN 978-966-627-299-0

Розглянуто питання проєктування об’єктів систем водопостачання та водовідведення, роль головного інженера проєкту як технічного інтегратора, перехід від директивного до параметричного нормування, зв’язки між розділами проєкту та застосування технологій будівельного інформаційного моделювання.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення».

УДК 628.1+628.2

© О. В. Кравченко, Т. В. Аргатенко,
О. М. Нечипор, Т. В. Куба, 2026
© КНУБА, 2026

ISBN978-966-627-299-0

Зміст

Вступ……9
Тема 1. Головний інженер проєкту у сфері водопостачання та водовідведення……...10
1.1. ГІП як центральна фігура комплексного проєктування 10
1.2. Основні функції ГІПа..... 11
1.3. Професійна атестація та сертифікація ГІПів в Україні 12
1.4. Класичний ГІП: чому його неможливо підготувати тільки університетським курсом 14
1.5. BIM-орієнтований ГІП: реалістична ціль університетської підготовки 15
1.6. Розмежування ролей: ГІП, BIM-менеджер і BIM-координатор 17
1.7. Програмне забезпечення як інструмент мислення ГІПа 19
1.8. Класичне і BIM-проєктування: сутність діяльності ГІПа 20
1.9. Практичне значення для здобувача освіти 22
1.10. Типові помилки молодого ГІПа та способи їх попередження 23
Висновки 24
Запитання для самоконтролю..... 25
Практичне завдання 25
Література 25
Тема 2. Нормативна база та управління вимогами у проєктах водопостачання та водовідведення……..26
2.1. Нормативна база як система управління проєктом 26
2.2. Як ГІП читає нормативний документ..... 28
2.3. Директивне, цільове та параметричне нормування 30
2.4. Аналіз чинних ДБН В.2.5-74:2013 і В.2.5-75:2013 з позиції ГІПа 32
2.5. Проєкти нових ДБН В.2.5-74:202Х і В.2.5-75:202Х 32
2.6. Передпроєктні роботи, feasibility studies та схеми оптимізації..... 34
2.7. Порядок розроблення проєктної документації та роль наказу № 45 36
2.8. ДБН А.2.2-3 і стадійність проєктування 37
2.9. Постанова КМУ № 560: затвердження проєктів та експертиза 38
2.10. Довідник основних нормативних документів для ГІПа 39
2.11. Нормативи суміжних розділів у проєктах ВВ 40
2.12. Європейська та міжнародна нормативна база 42
2.13. Формування нормативної бази конкретного проєкту 44
2.14. Типові помилки ГІПа під час роботи з нормативною базою 45
Висновки 47

Запитання для самоконтролю..... 48
Практичне завдання 48
Література 49
Тема 3. Склад і зміст проєктної документації та комплексність проєкту водопостачання та водовідведення……..50
3.1. Проєктна документація як керована інформаційна структура..... 50
3.2. ДБН А.2.2-3:2014 як базовий документ складу і змісту 51
3.3. Стадійність проєктування для об’єктів водопостачання та водовідведення..... 52
3.4. Черги будівництва та пускові комплекси 54
3.5. Завдання на проєктування як джерело всіх вимог 55
3.6. Марки розділів проєктної документації..... 57
3.7. Пояснювальна записка та її роль у кожному розділі..... 59
3.8. Взаємозалежності між розділами: технологічний ланцюг проєкту .. 60
3.9. Передача завдань суміжникам та їх оформлення 63
3.10. Стадійність і рівні інформаційної потреби у BIM 63
3.11. Контроль комплектності та готовності документації 64
3.12. Типові помилки ГІПа у формуванні складу документації 66
Висновки 67
Запитання для самоконтролю..... 68
Практичне завдання 69
Література 69
Тема 4. Технологічна частина проєкту: системи водопостачання……70
4.1. Логіка технологічного проєктування системи водопостачання..... 70
4.2. Визначення розрахункових витрат води..... 72
4.3. Джерела водопостачання та водозабірні споруди 74
4.4. Насосні станції систем водопостачання..... 76
4.5. Підбір насосів за робочою точкою 78
4.6. Водоводи та розподільні мережі 79
4.7. Матеріали трубопроводів 81
4.8. Резервуари чистої води 82
4.9. Водоочисні споруди 83
4.10. Цифрові інструменти технологічного проєктування водопостачання..... 84
4.11. Управління технологічною частиною з позиції ГІПа 86
Висновки 87
Запитання для самоконтролю..... 87
Практичне завдання 88

Література 88
Тема 5. Технологічна частина проєкту: системи водовідведення…….89
5.1. Загальна логіка системи водовідведення 89
5.2. Системи та схеми водовідведення 90
5.3. Розрахункові витрати стічних вод..... 92
5.4. Самопливні мережі водовідведення 93
5.5. Каналізаційні насосні станції..... 94
5.6. Колектори великого діаметра та спеціальні споруди на мережі 96
5.7. Очисні споруди стічних вод 97
5.8. Вимоги до якості очищених стічних вод та європейська інтеграція. 99
5.9. Споруди обробки осадів 100
5.10. Особливості проєктування в умовах воєнного часу 101
5.11. Цифрові інструменти та управління технологічною частиною водовідведення..... 101
Висновки 102
Запитання для самоконтролю..... 104
Практичне завдання 104
Література 105
Тема 6. Відомість обсягів робіт, кошторисна документація та організація будівництва……106
6.1. Вартість будівництва як завершальна ланка інтеграції 106
6.2. Структура вартості будівництва..... 107
6.3. Ресурсний і базисно-індексний методи ціноутворення 109
6.4. Відомість обсягів робіт 110
6.5. Структура кошторисної документації 111
6.6. Кошторисне програмне забезпечення 112
6.7. Цифрове формування обсягів: BIM і кошторис 113
6.8. Проєкт організації будівництва та проєкт виконання робіт 114
6.9. Особливості кошторисів на технологічне обладнання об’єктів водопостачання та водовідведення..... 115
6.10. Управління завершальними розділами з позиції ГІПа..... 117
Висновки 117
Запитання для самоконтролю..... 118
Практичне завдання 119
Література 119
Тема 7. Архітектурно-будівельна частина. Проєктування в середовищі Autodesk Revit……..120
7.1. Зміст і призначення архітектурно-будівельної частини 120

7.2. Нормативна основа архітектурно-будівельних рішень..... 121
7.3. Autodesk Revit як інструмент інформаційного моделювання будівель 122
7.4. Базова структура моделі: рівні та осі 123
7.5. Конструктивні та огороджувальні елементи моделі 124
7.6. Сімейства: моделювання обладнання та елементів 125
7.7. Приміщення, площі та специфікації..... 126
7.8. Вигляди, аркуші та випуск документації 126
7.9. Особливості архітектурного проєктування об'єктів ВВ..... 127
7.10. Управління архітектурно-будівельною частиною з позиції ГІПа.. 128
Висновки 129
Запитання для самоконтролю..... 129
Практичне завдання 130
Література 130
Тема 8. Конструктивна частина: залізобетонні та металеві конструкції…120
8.1. Зміст і завдання конструктивної частини 131
8.2. Навантаження на конструкції об'єктів ВВ..... 132
8.3. Залізобетонні ємнісні споруди 134
8.4. Особливості розрахунку та конструювання ємнісних споруд 135
8.5. Металеві конструкції об'єктів ВВ 136
8.6. Інформаційне моделювання конструкцій..... 136
8.7. Управління конструктивною частиною з позиції ГІПа 138
Висновки 138
Запитання для самоконтролю..... 139
Практичне завдання 140
Література 140
Тема 9. Інженерні системи: опалення та вентиляція, електропостачання, автоматизація……...120
9.1. Опалення та вентиляція: загальні засади..... 141
9.2. Вентиляція приміщень із небезпечними газами 142
9.3. Електропостачання: категорії надійності..... 143
9.4. Автоматизація технологічних процесів..... 145
9.5. Взаємозв'язок інженерних систем між собою та з технологією 146
9.6. Інформаційне моделювання інженерних систем..... 147
9.7. Управління інженерними системами з позиції ГІПа 148
Висновки 148
Запитання для самоконтролю..... 149
Практичне завдання 150

Література 150
Тема 10. Генеральний план і земляні роботи. Проєктування в середовищі Autodesk Civil 3D……120
10.1. Зміст і призначення генерального плану 151
10.2. Санітарно-захисні зони..... 152
10.3. Autodesk Civil 3D: моделювання поверхонь і рельєфу 153
10.4. Вертикальне планування та організація стоку 154
10.5. Зовнішні мережі на генеральному плані..... 155
10.6. Земляні роботи та баланс земляних мас 156
10.7. Управління генеральним планом із позиції ГІПа..... 156
Висновки 157
Запитання для самоконтролю..... 158
Практичне завдання 158
Література 159
Тема 11. Безпека об’єкта: пожежна безпека, цивільний захист, захист від шуму……..120
11.1. Пожежна безпека: загальні засади..... 160
11.2. Вогнестійкість, евакуація та протипожежний захист 161
11.3. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту..... 162
11.4. Захист від шуму..... 163
11.5. Розділи безпеки як інтеграція вимог 164
11.6. Управління розділами безпеки з позиції ГІПа..... 165
Висновки 166
Запитання для самоконтролю..... 166
Практичне завдання 167
Література 167
Тема 12. Оцінка впливів на навколишнє середовище та оцінка впливу на довкілля……120
12.1. Розмежування оцінки впливу на довкілля та оцінки впливів на навколишнє середовище..... 168
12.2. Зміст розділу оцінки впливів на навколишнє середовище..... 169
12.3. Розрахунок умов скидання стічних вод..... 170
12.4. Специфіка екологічної оцінки об’єктів водопостачання та водовідведення..... 171
12.5. Місце екологічної частини в процесі проєктування 172
12.6. Управління екологічною частиною з позиції ГІПа 173
Висновки 174
Запитання для самоконтролю..... 174

Практичне завдання 175
Література 175
Тема 13. Будівельне інформаційне моделювання та управління інформацією……120
13.1. Інформаційне моделювання як інтегруюча основа проєкту 176
13.2. Стандарти управління інформацією 177
13.3. Середовище спільних даних 178
13.4. Об’єднана модель і координація дисциплін 179
13.5. Виявлення колізій 180
13.6. Зв’язок моделі з обсягами, вартістю та часом 181
13.7. План реалізації інформаційного моделювання..... 182
13.8. Інформаційне моделювання та життєвий цикл об’єкта..... 182
13.9. Управління інформацією з позиції ГІПа 183
Висновки 184
Запитання для самоконтролю..... 185
Практичне завдання 185
Література 186
Список використаної літератури……120

Вступ

Цей навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення» і присвячений дисципліні «Комплексне проєктування систем водопостачання та водовідведення».

Мета посібника – підготувати майбутнього головного інженера проєкту, здатного інтегрувати всі частини проєкту об’єктів водопостачання та водовідведення в цілісне, узгоджене та реалізоване рішення. Посібник розглядає весь комплекс розділів – від нормативної бази та складу документації через технологічні, архітектурні, конструктивні й інженерні рішення до кошторису, безпеки, екології та цифрової інтеграції.

Наскрізними темами посібника є роль головного інженера проєкту як технічного інтегратора, перехід від директивного до параметричного нормування, зв’язки між розділами проєкту та застосування технологій будівельного інформаційного моделювання, що роблять координацію видимою та навчально відтворюваною. Кожен розділ завершується запитаннями для самоконтролю, практичним завданням і рекомендованою літературою.

Нормативною основою посібника є чинні будівельні норми України у сфері водопостачання та водовідведення, склад проєктної документації, кошторисне нормування, а також нові редакції норм і національні стандарти, що реалізують параметричний підхід та європейську інтеграцію. Оскільки нормативна база регулярно оновлюється, перед застосуванням будь-якого документа в реальному проєкті його чинність слід перевіряти за офіційними джерелами.

Тема 1. Головний інженер проєкту у сфері водопостачання та водовідведення

1.1. ГІП як центральна фігура комплексного проєктування

Головний інженер проєкту (ГІП) є технічним інтегратором інвестиційно-будівельного процесу на стадії проєктування. Для об'єктів водопостачання та водовідведення ця роль є особливо складною, оскільки такі об'єкти поєднують технологічні споруди, будівлі, мережі, транспортні та інженерні зв'язки, системи електропостачання, автоматизації, вентиляції, водовідведення поверхневого стоку, охорони довкілля, пожежної та цивільної безпеки.

Виконавець окремого розділу відповідає за правильність рішень у межах своєї спеціальності. ГІП відповідає за те, щоб ці рішення не суперечили одне одному, відповідали вихідним даним, нормативним вимогам, завданню на проєктування, бюджетним і строковим обмеженням та могли бути реалізовані на будівельному майданчику.

Саме тому курс «Комплексне проєктування систем водопостачання та водовідведення» розглядає як технологічну частину, так і комплекс частин проєкту загалом. Технологічні рішення є вихідною основою багатьох інших розділів, але вони не існують окремо від архітектури, конструкцій, електропостачання, автоматизації, генплану, кошторисів і організації будівництва.

Важливо зрозуміти, що ГІП не є «універсальним спеціалістом», який замінює архітектора, конструктора, еколога, кошторисника або інженера з вентиляції. ГІП є спеціалістом іншого типу (рис. 1.1): він має достатньо розуміти кожен розділ, щоб правильно сформулювати завдання, оцінити повноту отриманого результату, виявити явні помилки, організувати координацію та забезпечити інтеграцію рішень.

Функції ГІПа можна поділити на організаційні, технічні, нормативні, комунікаційні та контрольні (табл. 1.1). На практиці ці функції не існують окремо: організаційна помилка майже завжди переходить у технічну, а технічна неузгодженість часто створює проблему під час експертизи або будівництва.

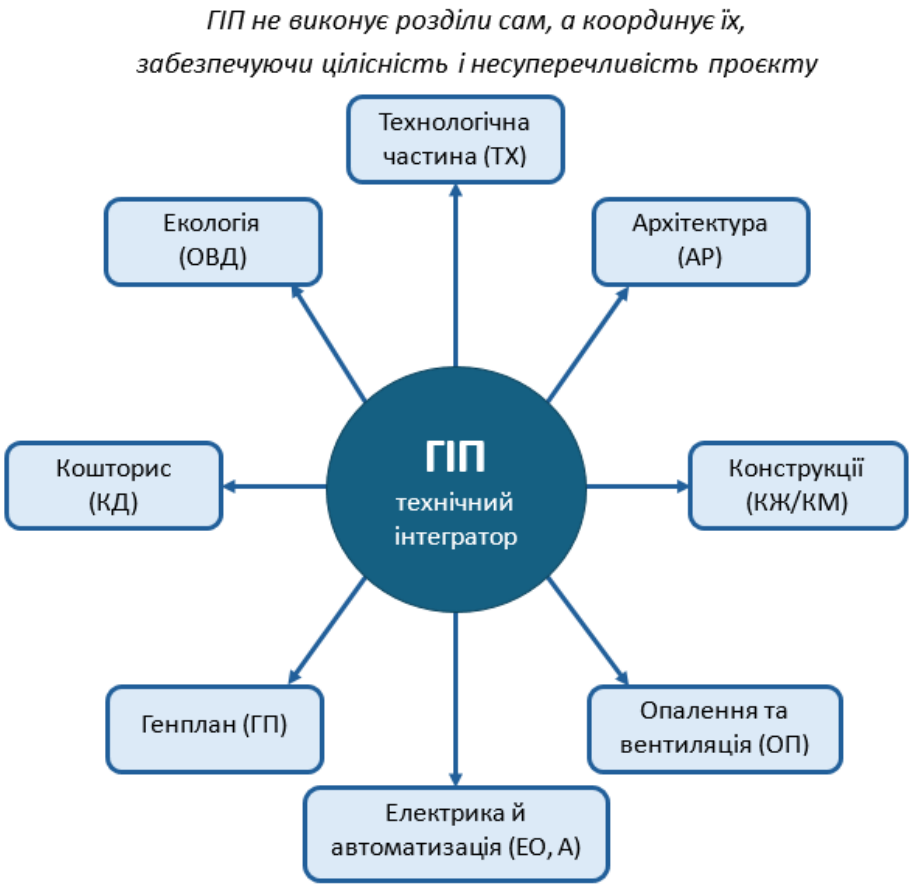


Рис. 1.1. Місце ГІПа в координації комплексного проєктування

1.2. Основні функції ГІПа

Організаційна функція полягає у формуванні складу проєктної команди, визначенні відповідальних за розділи, підготовці календарного плану, встановленні строків видачі завдань суміжникам, проведенні координаційних нарад і фіксації прийнятих рішень. Для ГІПа важливо не лише знати, що має бути зроблено, а й розуміти послідовність: які розділи залежать від технологічних рішень, які рішення неможливо приймати без геодезичних даних, коли потрібні вихідні дані від замовника, а коли необхідно залучати виробників обладнання.

Технічна функція полягає у перевірці принципової правильності рішень. ГІП не перераховує за конструктора резервуар і не виконує замість фахівця розрахунок вентиляції, але він повинен розуміти, чи враховані технологічні навантаження, чи забезпечений доступ до обладнання, чи не заблоковані евакуаційні виходи, чи можна виконати монтаж і демонтаж насосного агрегату, чи узгоджені відмітки трубопроводів із будівельними конструкціями.

Нормативна функція полягає у формуванні переліку застосовних нормативних документів і контролі, щоб ключові вимоги були враховані в усіх розділах. Для об'єктів водопостачання та водовідведення це особливо важливо, оскільки проєкт одночасно підпадає під загальні вимоги будівельної галузі, спеціальні вимоги до інженерних систем, санітарні, екологічні, пожежні та кошторисні вимоги.

Комунікаційна функція полягає у взаємодії із замовником, суміжними виконавцями, експертами, підрядниками, виробниками обладнання й експлуатаційною організацією. У багатьох випадках якість комунікації визначає успіх проєкту не менше, ніж якість креслень.

Контрольна функція полягає у перевірці комплектності, взаємної узгодженості та готовності документації до подання на експертизу або будівництво. Ця функція особливо складна в класичному проєктуванні, де значна частина перевірок виконується вручну.

Таблиця 1.1

Основні функції ГІПа

Група функцій	Зміст функції	Приклад для об'єктів ВВ
Організаційна	Планування, розподіл завдань, контроль строків	Визначити, коли технолог видає завдання архітектору, конструктору й електрику
Технічна	Перевірка принципових рішень	Перевірити можливість монтажу насосів і доступ до арматури
Нормативна	Контроль застосування нормативних вимог	Забезпечити врахування будівельних, санітарних, пожежних і екологічних вимог
Комунікаційна	Взаємодія із замовником, суміжниками, експертами	Погодити зміни технологічної схеми з усіма розділами
Контрольна	Перевірка комплектності та узгодженості документації	Зіставити креслення, специфікації, ВОР і кошторис

1.3. Професійна атестація та сертифікація ГІПів в Україні

Професійна діяльність ГІПа в Україні пов'язана з інститутом відповідальних виконавців окремих видів робіт зі створення об'єктів архітектури. Загальну правову рамку задає Закон України «Про архітектурну

діяльність». На офіційному порталі Верховної Ради документ зазначений як чинний у редакції від 15.11.2024. Порядок професійної атестації визначається постановою Кабінету Міністрів України № 554 від 23.05.2011 «Деякі питання професійної атестації виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єктів архітектури»; на порталі Верховної Ради вона зазначена як чинна в редакції від 11.04.2025.

Кваліфікаційний сертифікат не є формальністю. Він підтверджує, що особа має достатню освіту, стаж, професійні знання та право виконувати відповідні роботи. У практичному сенсі сертифікація відділяє навчальну підготовку від професійного допуску. Випускник університету може мати сучасні знання та добре володіти програмним забезпеченням, але для самостійного виконання функцій відповідального виконавця йому все одно потрібні практичний досвід і проходження встановленої процедури атестації.

Типова логіка професійного становлення має такий вигляд (рис. 1.2): профільна освіта, робота на посаді інженера-проєктувальника, участь у реальних проєктах, поступове ускладнення задач, підвищення кваліфікації, підготовка документів для атестації, проходження професійної атестації, отримання кваліфікаційного сертифіката та внесення інформації до відповідного реєстру. Конкретні вимоги до стажу, напряму робіт і обсягу прав необхідно перевіряти за чинними редакціями нормативних документів і вимогами органу професійної атестації на дату подання документів.

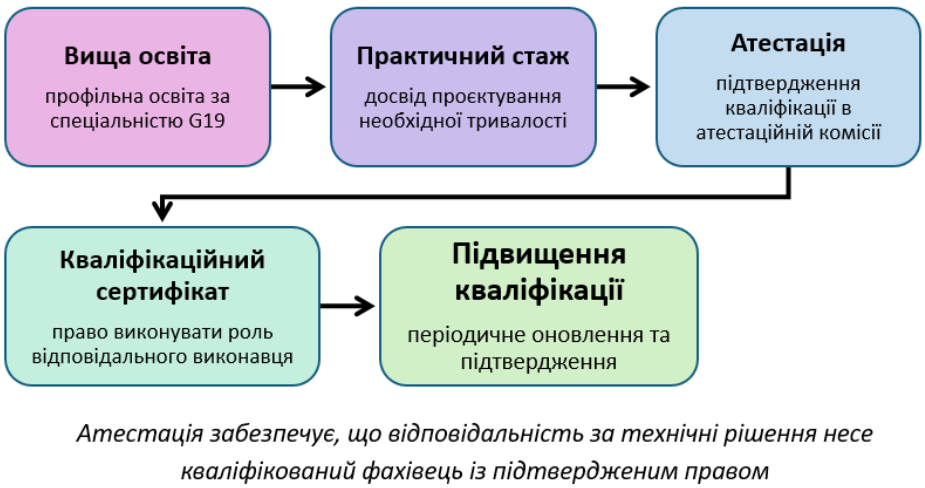


Рис. 1.2. Узагальнений механізм професійної атестації відповідального виконавця

Принципово важливо, що навіть мінімальний рівень професійного допуску потребує практичного досвіду. Тому університет не може проголосити студента повноцінним класичним ГІПом одразу після завершення навчання, але може підготувати його до швидкого входження у професійну траєкторію, навчити мислити як ГІП і дати цифрові інструменти, які скорочують шлях від виконавця розділу до координатора проєктних рішень.

Сертифікація також пов'язана з класами наслідків об'єктів. Для об'єктів різного рівня відповідальності вимоги до досвіду, кваліфікації та характеру виконуваних робіт можуть відрізнятися: чим складніший і небезпечніший об'єкт, тим вищими мають бути вимоги до особи, яка координує проєкт (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Логіка професійної атестації ГІПа

Етап	Зміст	Що має розуміти здобувач
Освіта	Отримання профільної інженерної підготовки	Диплом не дорівнює професійному допуску
Практика	Участь у реальних проєктах під керівництвом досвідчених фахівців	Досвід формується через конкретні задачі, помилки й експертизу
Підвищення кваліфікації	Оновлення знань щодо норм, ПЗ, технологій	Професія ГІПа потребує безперервного навчання
Атестація	Оцінювання професійної готовності	Атестація підтверджує не навчальний, а професійний рівень
Сертифікат	Надання права виконувати відповідні роботи	Обсяг прав залежить від виду робіт та чинних правил

1.4. Класичний ГІП: чому його неможливо підготувати тільки університетським курсом

Класичний ГІП сформувався в умовах, коли основними інструментами координації були креслення, паперові архіви, особистий досвід і вироблена роками інженерна інтуїція. Такий фахівець міг за кресленнями різних розділів побачити конфлікт відміток, невідповідність габаритів, помилку у специфікації або небезпечне конструктивне рішення. Але ця здатність не виникала після одного навчального курсу, вона була

результатом багаторазового проходження повного циклу проєктування, експертизи, будівництва й авторського нагляду.

Класичний ГІП змушений був утримувати в пам’яті велику кількість взаємозв’язків. Наприклад, у проєкті насосної станції він мав одночасно контролювати технологічну схему, схему електропостачання, розміщення кабельних трас, конструкцію фундаментів під агрегати, вентиляцію машинного залу, шумові характеристики, монтажні прорізи, транспортні під’їзди, проходи для обслуговування, пожежні вимоги та кошторисні обсяги.

У класичному проєктуванні будь-яка зміна має високий ризик втрати узгодженості. Якщо змінюється тип насоса, це може вплинути на фундамент, електричне навантаження, кабельні траси, систему автоматизації, вентиляцію, масу обладнання, отвори в перекриттях, специфікації та кошторис. Класичний ГІП повинен був вручну відстежити ланцюг цих наслідків.

Саме тому класичний ГІП потребує набагато більшого навчання й досвіду, ніж може дати навчання в університеті. Можна пояснити логіку професії, показати типові взаємозв’язки, навчити ставити правильні запитання та використовувати сучасні інструменти. Але це не може замінити десятки реальних проєктів, спілкування з експертами, роботу на будівництві й участь в авторському нагляді.

Мета курсу полягає не в тому, щоб створити ілюзію: після одного семестру студент стає готовим ГІПом класичної школи. Мета полягає в іншому: дати студенту професійну карту, навчити бачити проєкт комплексно і показати цифрові інструменти, які дають можливість значно швидше набувати координаційних компетентностей.

1.5. BIM-орієнтований ГІП: реалістична ціль університетської підготовки

На відміну від класичної моделі, BIM-орієнтоване проєктування дає змогу частково формалізувати й автоматизувати ті задачі, які раніше виконувалися переважно завдяки досвіду ГІПа (рис. 1.3). Це не означає, що BIM замінює професійну відповідальність. Навпаки, BIM робить відповідальність більш прозорою: видно, хто створив елемент, коли він був змінений, у якій моделі розташований, з якими системами конфліктує, які параметри має.

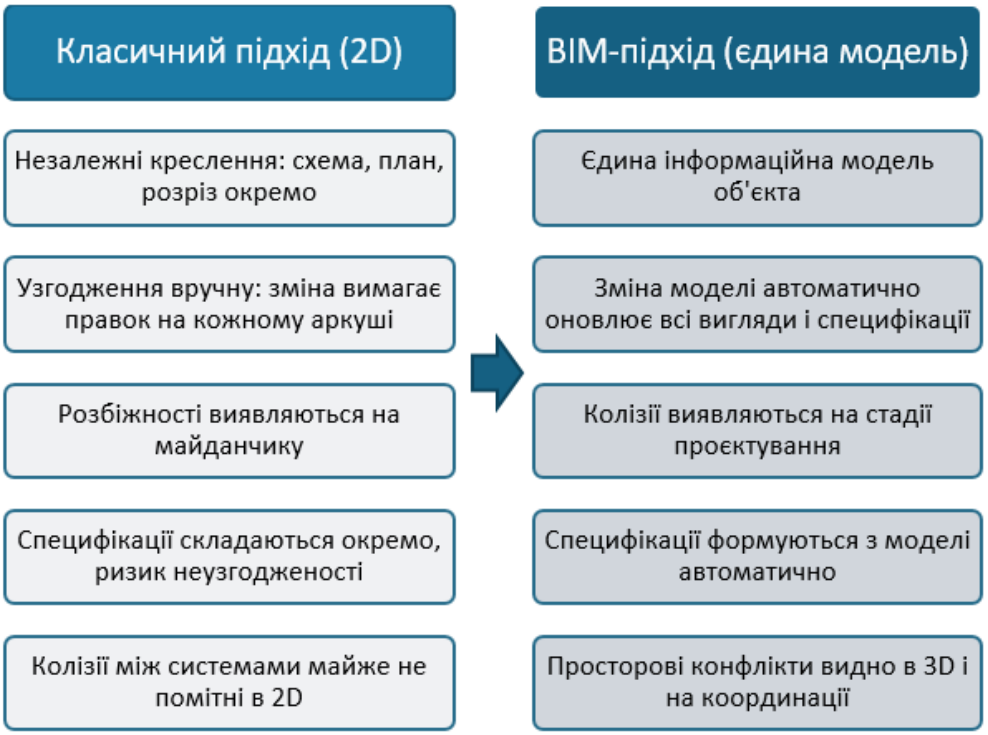


Рис. 1.3. Принципова різниця між класичним і BIM-підходом

BIM-орієнтований ГІП працює не лише з комплектом креслень, а й з інформаційною структурою проєкту. Він повинен розуміти, які моделі створюються, які розділи ведуться у Revit, які зовнішні мережі формуються в Civil 3D, які технологічні трубопроводи доцільно опрацьовувати в Plant 3D, як результати розрахунків EPANET або SWMM впливають на трасування й обладнання, як моделі об’єднуються в Navisworks, як формується ВОР і як інформація переходить у кошторис.

Саме тому BIM-ГІПа можна готувати в університеті значно ефективніше, ніж класичного ГІПа. Здобувач не має багаторічного досвіду, але він може навчитися бачити цифрову структуру проєкту, працювати з колізіями, формувати завдання через параметри, перевіряти моделі, користуватися цифровими реєстрами та розуміти послідовність інформаційного обміну (табл. 1.3).

Слід підкреслити, що університет не видає професійного допуску до функцій відповідального виконавця. Навіть для простих об’єктів потрібні встановлений досвід і сертифікація. Але університет може підготувати такого молодого інженера, який після набуття необхідної практики буде готовий до ролі ГІПа значно швидше, ніж це було можливо в умовах суто класичного проєктування.

Таблиця 1.3

Порівняння традиційного та BIM-орієнтованого ГІПа

Параметр	Класичний ГІП	BIM-орієнтований ГІП
Основний носій інформації	Креслення, специфікації, пояснювальні записки	Інформаційні моделі, креслення, дані CDE
Перевірка колізій	Візуальне зіставлення планів, розрізів і схем	Автоматизована перевірка в Navisworks або аналогічному середовищі
Контроль обсягів	Ручний збір ВОР з креслень і таблиць	Отримання специфікацій з моделей із додатковою перевіркою
Управління змінами	Журнали, листування, ручна перевірка версій	Цифровий слід змін, статуси, версійність у CDE
Освітня траєкторія	Переважно багаторічна практика	Поєднання практики з моделюванням, координацією і цифровими перевірками
Ризик прихованих помилок	Високий у разі складних об’єктів	Нижчий за умови правильно організованого BIM-процесу

Цифрові технології змінюють інструменти, і особливо – освітню логіку. Раніше значна частина компетентностей ГІПа формувалася через довге спостереження за роботою старших колег. Тепер частину взаємозв’язків можна показати здобувачу на моделі: колізія труби та балки, невідповідність відміток, дублювання обсягів, конфлікт зон обслуговування, зміна обладнання і її вплив на електричне навантаження.

1.6. Розмежування ролей: ГІП, BIM-менеджер і BIM-координатор

У BIM-проєктах часто виникає помилкове уявлення, що BIM-менеджер або BIM-координатор може замінити ГІПа. Це неправильний підхід. BIM-фахівці відповідають за інформаційний процес, правила моделювання, координаційні процедури, структуру даних, технічну працездатність моделей і організацію середовища спільних даних. ГІП відповідає за технічний зміст проєкту й інтеграцію інженерних рішень (рис. 1.4).

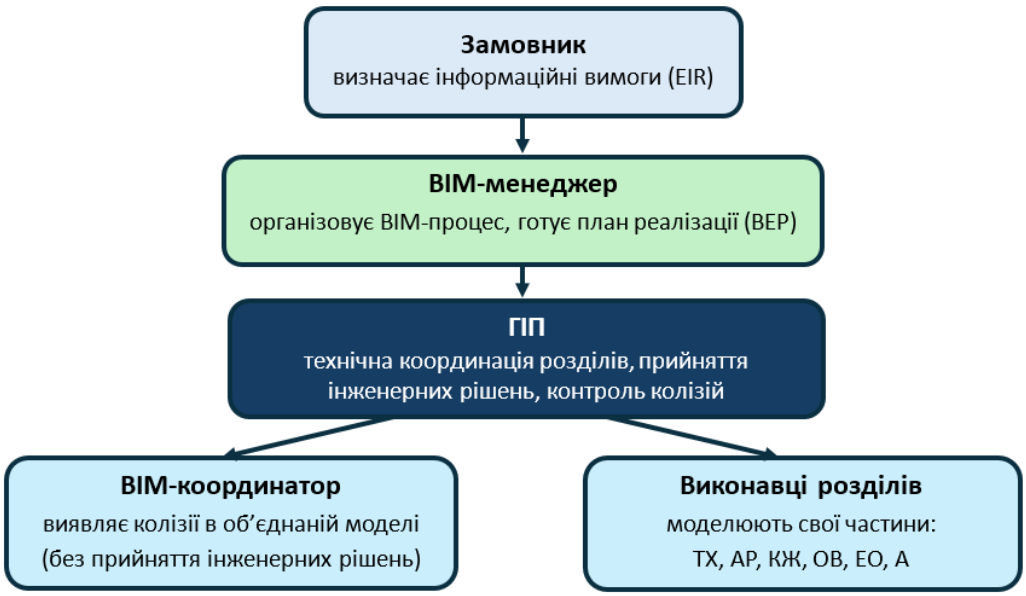


Рис. 1.4. Розмежування ролей у BIM-проєкті

BIM-менеджер визначає, як організовано інформаційне моделювання: які застосовуються шаблони, правила найменування, рівні деталізації та інформаційного наповнення, формати обміну, статуси документів, регламент роботи в CDE, порядок перевірки моделей і підготовки координаційних звітів.

BIM-координатор виконує більш прикладну функцію: збирає моделі різних розділів, запускає перевірку колізій, формує звіти, контролює усунення конфліктів, стежить за просторовою узгодженістю моделей і готує матеріали для координаційних нарад.

ГІП використовує результати BIM-менеджера і BIM-координатора для прийняття технічних рішень. Якщо Navisworks показує колізію трубопроводу з балкою, BIM-координатор лише фіксує проблему. Рішення про те, що змінювати – трасу трубопроводу, конструкцію, відмітку, технологічний вузол або архітектурне рішення – приймається під технічним керівництвом ГІПа.

Отже, BIM не зменшує роль ГІПа, а робить її більш змістовною. Замість ручного пошуку помилок у сотнях креслень ГІП отримує інструменти для системного аналізу проєкту і може більше уваги приділяти якості технічних рішень (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Розмежування відповідальності у BIM-проєкті

Роль	За що відповідає	За що не відповідає
ГІП	Технічна цілісність проєкту, рішення між розділами, відповідність завданню та нормам	Не адмініструє всі BIM-шаблони і не виконує моделювання за всіх спеціалістів
BIM-менеджер	BEP, CDE, стандарти моделювання, інформаційні правила	Не приймає технічні рішення замість ГІПа
BIM-координатор	Збір моделей, перевірка колізій, координаційні звіти	Не визначає, яке інженерне рішення є правильним
Головний спеціаліст розділу	Якість і правильність свого розділу	Не відповідає за весь проєкт загалом

1.7. Програмне забезпечення як інструмент мислення ГІПа

Програмне забезпечення в роботі ГІПа не є самоціллю або простим набором програм. Кожен інструмент пов’язується з конкретною управлінською або координаційною задачею ГІПа. Важливо розуміти, яке завдання вирішує програма, які вихідні дані потрібні, який результат має бути отриманий і як ГІП перевіряє придатність цього результату для проєкту.

Revit у межах курсу розглядається як основний інструмент для архітектурних, конструктивних та інженерних BIM-моделей будівель і споруд. Для ГІПа важливо розуміти структуру моделей, категорії елементів, сімейства, специфікації, координацію між дисциплінами, а також можливість створення нетипових сімейств обладнання й арматури для об’єктів водопостачання та водовідведення.

Civil 3D розглядається у двох різних контекстах. Перший – трасування зовнішніх мереж, профілі трубопроводів, колодязі, камери, перетини та ув’язка з рельєфом. Другий – генеральний план, поверхні, вертикальне планування, земляні маси, дороги та планувальна організація майданчика. Для ГІПа важливо не змішувати ці задачі: зовнішні трубопроводи та генплан мають різну логіку, різні вихідні дані й різні результати.

AutoCAD Plant 3D застосовується для технологічної частини, P&ID, просторового компонування технологічних трубопроводів, специфікацій і

перевірки технологічних вузлів. Inventor доцільно використовувати для нестандартних вузлів, збірок, кріплень, деталей обладнання або ситуацій, коли стандартних BIM-сімейств недостатньо.

EPANET використовується для моделювання водопровідних мереж, насосних режимів, резервуарів і сценаріїв роботи. SWMM є необхідним інструментом для моделювання водовідвідних систем, дощових мереж, самопливних колекторів і гідрологічних сценаріїв. ГІП не обов'язково повинен бути головним розрахунковим спеціалістом, але повинен розуміти, чи відповідає модель реальному об'єкту, які припущення використано і чи можна на основі результатів приймати проєктні рішення.

Robot Structural Analysis або аналогічний розрахунковий комплекс потрібний для загального розуміння роботи конструктивної частини. ГІП не замінює конструктора, але повинен знати, які навантаження передаються від технологічного обладнання, резервуарів, трубопроводів і будівельних конструкцій та як ці навантаження впливають на рішення інших розділів.

Navisworks є ключовим інструментом попередньої координації. Саме через нього доцільно відслідковувати колізії, дублювання, просторові конфлікти, відсутність зон обслуговування і проблеми монтажу. ІВК використовується для кошторисної частини; для ГІПа важливо розуміти зв'язок між ВОР, локальними кошторисами, об'єктними кошторисами і зведеним кошторисним розрахунком.

Таким чином, програмне забезпечення є способом зробити роботу ГІПа видимою і навчально відтворюваною (табл. 1.5). Те, що раніше здобувач міг зрозуміти лише через роки практики, сьогодні можна частково показати на моделі, у таблиці колізій, у специфікації або в цифровому графіку виконання робіт.

1.8. Класичне і BIM-проєктування: сутність діяльності ГІПа

У класичному проєктуванні діяльність ГІПа зосереджується навколо комплекту документації. Він отримує креслення, пояснювальні записки, специфікації, відомості обсягів робіт і кошторисні матеріали. Узгодженість перевіряється шляхом читання креслень, порівняння таблиць, проведення нарад і внесення правок. Такий процес є працездатним, але дуже залежним від особистої кваліфікації та пам'яті ГІПа.

Таблиця 1.5

Програмне забезпечення в підготовці BIM-орієнтованого ГІПа

Задача ГІПа	Основний інструмент	Що саме вивчається
Архітектурна, конструктивна та МЕР-модель	Revit	Моделі, сімейства, специфікації, координація
Зовнішні мережі та профілі	Civil 3D	Траси, профілі, трубопроводи, колодязі, перетини
Генплан і земляні роботи	Civil 3D	Поверхні, вертикальне планування, земляні маси
Технологічні схеми та трубопроводи	AutoCAD Plant 3D	P&ID, 3D-трубопроводи, специфікації
Нетипове обладнання та вузли	Inventor, Revit Families	Збірки, елементи, сімейства
Водопровідна гідравліка	EPANET	Мережі, насоси, резервуари, сценарії
Водовідведення та дощові мережі	SWMM	Самопливні колектори, гідрологічні сценарії
Конструктивна перевірка	Robot Structural Analysis	Розуміння навантажень і моделей
Координація і колізії	Navisworks	Федеративна модель, clash detection, звіти
Кошторисна частина	ІВК	Зв’язок ВОР і кошторису
Планування робіт	Microsoft Project або аналог	Графік, залежності, контроль строків

У BIM-проєктуванні діяльність ГІПа зосереджується навколо інформаційної моделі та процесу управління даними. Креслення залишаються важливими, але вони стають похідними від моделі або принаймні пов’язаними з нею. ГІП може бачити просторове розташування систем, контролювати параметри елементів, перевіряти колізії, отримувати специфікації і відстежувати зміни.

Ключова різниця полягає в тому, що BIM дає змогу винести частину прихованих перевірок у явні цифрові процедури. Якщо в класичному проєкті якість перевірки значною мірою залежала від того, чи помітив ГІП

проблему на кресленні, то в BIM-проєкті значна частина проблем може бути виявлена через правила, моделі та звіти.

Для навчання це має принципове значення. Класична координація спирається на досвід, який необхідно накопичити. BIM-координацію можна демонструвати: можна побачити модель, колізію, побачити зміну параметрів, продемонструвати, як помилка переходить у ВОР або кошторис.

Однак BIM не скасовує відповідальності. Якщо в моделі відсутні правильні вихідні дані, якщо неправильно задані параметри, якщо елементи змодельовані як «умовна геометрія» без інформаційного змісту, автоматизовані перевірки можуть дати хибне відчуття безпеки. Тому BIM-ГІП повинен поєднувати цифрову грамотність із класичною інженерною критичністю.

1.9. Практичне значення для здобувача освіти

Здобувач, який вивчає цей курс, повинен змінити спосіб мислення. Він має дивитися на програмне забезпечення не як на набір кнопок, а як на інструмент професійної відповідальності. Revit важливий не тому, що в ньому можна побудувати стіни, а тому, що через модель можна перевірити габарити приміщень, розташування обладнання, проходи, специфікації і колізії. Civil 3D важливий не тому, що в ньому можна накреслити трасу, а тому, що через трасу і профіль можна перевірити відмітки, перетини, земляні роботи і зв’язок із генпланом.

EPANET і SWMM важливі не як абстрактні розрахункові програми, а як інструменти перевірки того, чи відповідає прийнята схема реальним режимам роботи мережі. Plant 3D важливий не як тривимірний AutoCAD, а як інструмент зв’язку між технологічною схемою, трубопроводами, арматурою, обладнанням і специфікаціями. Navisworks важливий не як переглядач моделі, а як інструмент колективної відповідальності за координацію.

Отже, здобувач повинен навчитися ставити типові запитання ГІПа: які вихідні дані використані; хто їх надав; чи є вони актуальними; які розділи залежать від цього рішення; чи перевірена колізія; чи відображена зміна у специфікації; чи потрапив обсяг у ВОР; чи враховано рішення в кошторисі; чи не створює рішення проблем для експлуатації; чи можна це побудувати на майданчику.

Саме така постановка питань і відрізняє підготовку ГІПа від підготовки вузького виконавця. Виконавець концентрується на правильності свого розділу. ГІП концентрується на правильності зв'язків між розділами.

1.10. Типові помилки молодого ГІПа та способи їх попередження

Молодий фахівець, який переходить до координаційної ролі, часто робить типові помилки (табл. 1.6). Перша помилка – спроба самому виконати роботу всіх спеціалістів. Це призводить до перевантаження та втрати контролю над головним завданням: організацією інтеграції. ГІП повинен знати достатньо, щоб поставити завдання й перевірити результат, але він не повинен підміняти всю команду.

Таблиця 1.6

Типові помилки молодого ГІПа

Помилка	Наслідок	Як попередити
Підміна роботи суміжників	ГІП втрачає контроль над інтеграцією	Чітко розмежувати ролі та завдання
Сліпа довіра до ПЗ	Красива, але технічно неправильна модель	Поєднувати цифрову й інженерну перевірку
Різні вихідні дані	Неузгоджені рішення розділів	Вести реєстр вихідних даних і CDE
Слабкий зв'язок з ВОР	Помилки кошторису	Перевіряти шлях «модель – обсяг – кошторис»
Пізня координація	Масові правки перед експертизою	Проводити регулярні координаційні цикли

Друга помилка – віра в те, що програмне забезпечення саме гарантує правильність. Модель може бути красивою, але технічно неправильною. Колізій може не бути, але може бути відсутній доступ до обслуговування. Специфікація може автоматично формуватися з моделі, але модель може містити неправильні типи елементів. Тому цифрова перевірка завжди має поєднуватися з інженерною перевіркою.

Третя помилка – відсутність контролю вихідних даних. Якщо різні розділи працюють із різними версіями топографічної зйомки, різними відмітками, різними характеристиками насосів або різними межами ділянки, проєкт неминуче стане неузгодженим. У BIM-процесі це попереджається

через CDE, статуси документів і правила доступу, але ГІП має контролювати саму дисципліну роботи з даними.

Четверта помилка – недостатній зв’язок між технічними рішеннями та кошторисом. Для об’єктів водопостачання та водовідведення це особливо небезпечно, оскільки значна частина вартості пов’язана з трубопроводами, обладнанням, земляними роботами, резервуарами, електротехнікою і автоматизацією. Якщо ВОР сформована неповно або з дублюванням, кошторис не відображатиме реальний проєкт.

П’ята помилка – відкладання координації «на кінець». У класичному проєктуванні це часто призводило до аврального виправлення креслень перед експертизою. У BIM-проєкті координація повинна бути регулярним процесом: моделі збираються, колізії перевіряються, рішення фіксуються, зміни проходять контроль.

Висновки

Головний інженер проєкту є не виконавцем усіх розділів, а технічним інтегратором проєкту. Для об’єктів водопостачання та водовідведення ця роль особливо важлива через складність взаємодії технологічних споруд, будівель, конструкцій, мереж, інженерних систем, екологічних вимог і кошторисної частини.

Професія ГІПа має нормативно визначений професійний вимір: відповідальні виконавці проходять атестацію та отримують кваліфікаційні сертифікати. Навчальний курс не замінює професійної атестації та практичного досвіду, але створює основу для майбутнього професійного розвитку.

Класичний ГІП потребує багаторічного досвіду, який неможливо повністю передати в межах університетського курсу. Водночас BIM-технології дають можливість навчати координації значно ефективніше, оскільки роблять видимими зв’язки між розділами, колізії, обсяги, зміни та інформаційні потоки.

Реалістичною метою курсу є підготовка BIM-орієнтованого ГІПа: молодого фахівця, який після набуття необхідного практичного досвіду та проходження сертифікації зможе виконувати функції координатора комплексного проєкту на якісно новому цифровому рівні.

Запитання для самоконтролю

1. У чому полягає принципова відмінність ГІПа від виконавця окремого розділу?
2. Чому для об’єктів водопостачання та водовідведення роль ГІПа є особливо складною?
3. Які основні групи функцій виконує ГІП?
4. У чому полягає зміст професійної атестації відповідальних виконавців?
5. Чому університетський курс не може повністю підготувати класичного ГІПа?
6. Чому BIM-технології змінюють освітню траєкторію підготовки ГІПа?
7. Чим відрізняються функції ГІПа, BIM-менеджера і BIM-координатора?
8. Які задачі ГІПа підтримуються Revit, Civil 3D, Plant 3D, EPANET, SWMM, Robot, Navisworks та ІВК?
9. Які типові помилки допускає молодий ГІП?
10. Чому цифрова модель не скасовує потреби в інженерній критичності?

Практичне завдання

Складіть матрицю відповідальності для умовного проєкту насосної станції або водоочисної споруди. У матриці потрібно показати ролі ГІПа, технолога, архітектора, конструктора, інженера з електропостачання, фахівця з автоматизації, BIM-координатора, кошторисника й еколога. Для кожної ролі визначте: які вихідні дані вона отримує, які результати видає, хто перевіряє ці результати і в якій програмі доцільно виконувати або координувати відповідну частину роботи.

Література

Про архітектурну діяльність : Закон України від 20.05.1999 № 687-XIV. Чинна редакція станом на 15.11.2024 за даними порталу Верховної Ради України.

Деякі питання професійної атестації виконавців окремих видів робіт (послуг), пов’язаних із створенням об’єктів архітектури : постанова Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 № 554. Чинна редакція станом на 11.04.2025 за даними порталу Верховної Ради України.

ДСТУ ISO 19650. Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням. Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання.

Тема 2. Нормативна база та управління вимогами у проєктах водопостачання та водовідведення

2.1. Нормативна база як система управління проєктом

Для головного інженера проєкту нормативна база не є простим набором документів, які потрібно перелічити в пояснювальній записці. У комплексному проєкті водопостачання та водовідведення вона виконує роль системи управління вимогами (рис. 2.1). Кожне суттєве рішення у проєкті має бути пов’язане з певним джерелом вимоги, відповідальним виконавцем, способом перевірки та результатом, який може бути поданий на експертизу.



Рис. 2.1. Ієрархія нормативних вимог у проєкті водопостачання та водовідведення

Такий підхід особливо важливий для об’єктів водопровідно-каналізаційного господарства, де в одному проєкті поєднуються технологічні споруди, трубопровідні мережі, насосне обладнання, резервуари, системи електропостачання, автоматизація, опалення й вентиляція, будівельні конструкції, генеральний план, екологічні рішення та кошторисна документація. Помилка у трактуванні нормативної вимоги в одному розділі може створити наслідки для всього проєкту.

Наприклад, вимоги Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» визначають загальні процедури розроблення, експертизи та затвердження проєктної документації. Закон України «Про будівельні норми» визначає правову природу будівельних норм і методи нормування. Постанова Кабінету Міністрів України № 560 встановлює механізм затвердження проєктів будівництва та проведення їх експертизи. Наказ № 45 регламентує порядок розроблення проєктної документації. ДБН А.2.2-3

визначає склад і зміст проєктної документації, а профільні ДБН В.2.5-74 і ДБН В.2.5-75 встановлюють вимоги до зовнішніх систем водопостачання і водовідведення.

З позиції ГІПа важливо не просто знати назви цих документів, а розуміти, яку роль кожен із них відіграє у проєкті (табл. 2.1). Закон визначає рамку прав та обов'язків. Постанова встановлює процедуру. Наказ деталізує організацію розроблення документації. ДБН формує обов'язкові технічні вимоги. ДСТУ, EN та ISO надають методи, термінологію, процедури розрахунку або рекомендації щодо досягнення параметрів, установлених будівельними нормами.

Таблиця 2.1

Приклади розподілу нормативних вимог за джерелами

Джерело вимоги	Що регулює	Приклад для ГІПа
Закон України	Правові засади, повноваження, обов'язки, відповідальність	Визначити, які процедури є обов'язковими та хто несе відповідальність за результат
Постанова КМУ	Порядок затвердження, експертизи, процедурні механізми	Визначити, чи потрібна експертиза та хто затверджує проєкт
Наказ, порядок	Організація розроблення проєктної документації	Визначити стадії, завдання на проєктування, ролі ГІПа і генпроєктувальника
ДБН	Обов'язкові технічні вимоги до об'єктів нормування	Сформувати перелік параметрів, які повинні бути виконані у проєкті
ДСТУ / EN / ISO	Методи, настанови, терміни, процеси, вимоги до оформлення	Підібрати методику розрахунку, доказ відповідності або процес управління інформацією
Вимоги замовника	Локальні цілі, обмеження, експлуатаційні пріоритети	Узгодити технічне завдання, інформаційні вимоги, рівень деталізації та приймальні критерії

2.2. Як ГІП читає нормативний документ

Однією з базових професійних навичок ГІПа є вміння читати нормативний документ не як суцільний текст, а як джерело структурованих вимог. Для цього документ необхідно аналізувати послідовно: визначити його чинність, статус, сферу застосування, тип положень, перелік вимог до конкретного об'єкта, способи підтвердження та зв'язок з іншими документами (рис. 2.2).

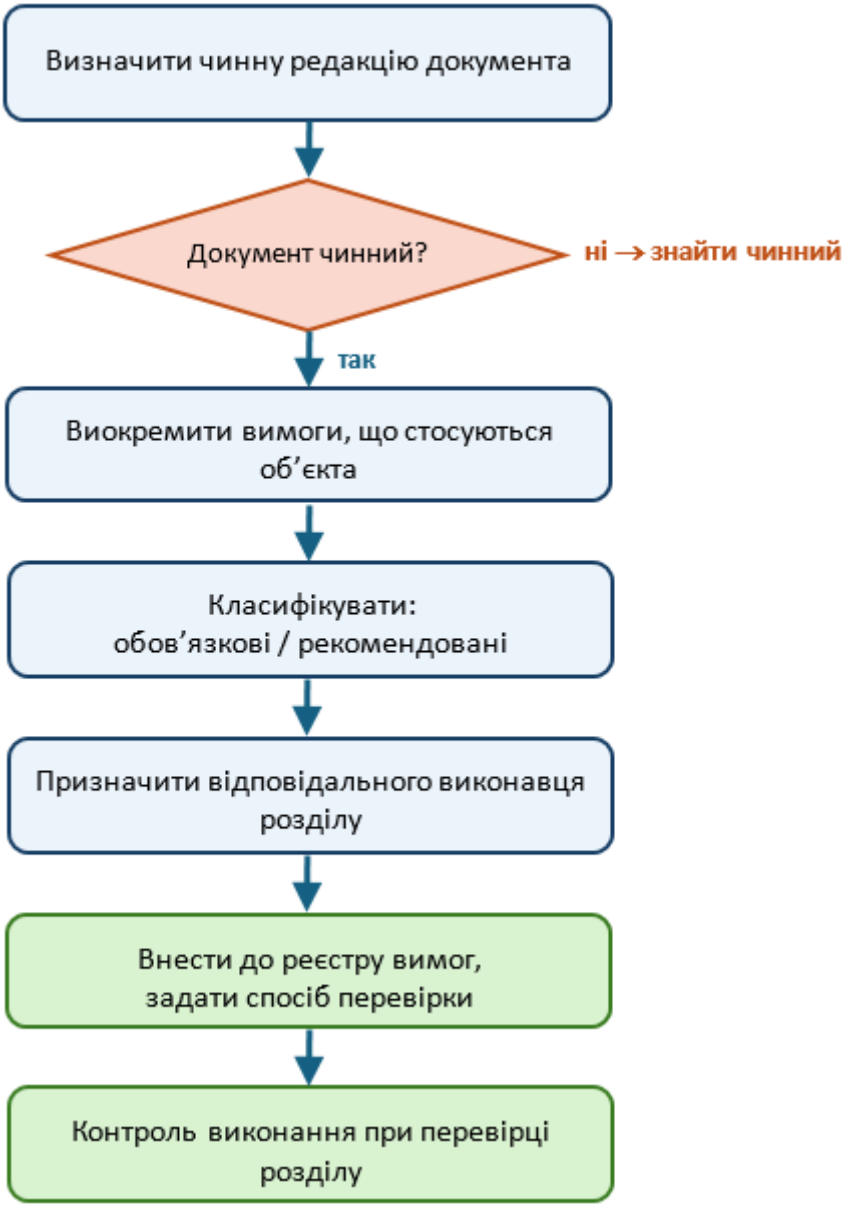


Рис. 2.2. Алгоритм роботи ГІПа з нормативним документом

Першим кроком завжди є перевірка чинності документа. Це стосується як законів і постанов, так і ДБН та ДСТУ. У проєктній практиці поширеною помилкою є використання нормативів з попередніх проєктів без

перевірки актуальної редакції. Для ГІПа така помилка є небезпечною, оскільки вона може бути виявлена лише на експертизі, коли виправлення вже потребує перероблення декількох розділів.

Другим кроком є визначення сфери застосування. Документ може поширюватися лише на нове будівництво, реконструкцію або капітальний ремонт; на зовнішні мережі або внутрішні системи; на централізовані або нецентралізовані системи; на певні класи об'єктів або види споруд. Якщо сфера застосування визначена неправильно, подальший аналіз вимог стає хибним.

Третім кроком є відокремлення обов'язкових, рекомендованих і довідкових положень (рис. 2.3). У нових проєктах ДБН В.2.5-74:202Х і ДБН В.2.5-75:202Х прямо передбачено поділ положень на обов'язкові, рекомендовані та довідкові. Для ГІПа це означає, що кожна вимога повинна отримати свій статус у реєстрі: вона є безумовною, рекомендованою або довідковою. Це принципово важливо для обґрунтування альтернативних технічних рішень.

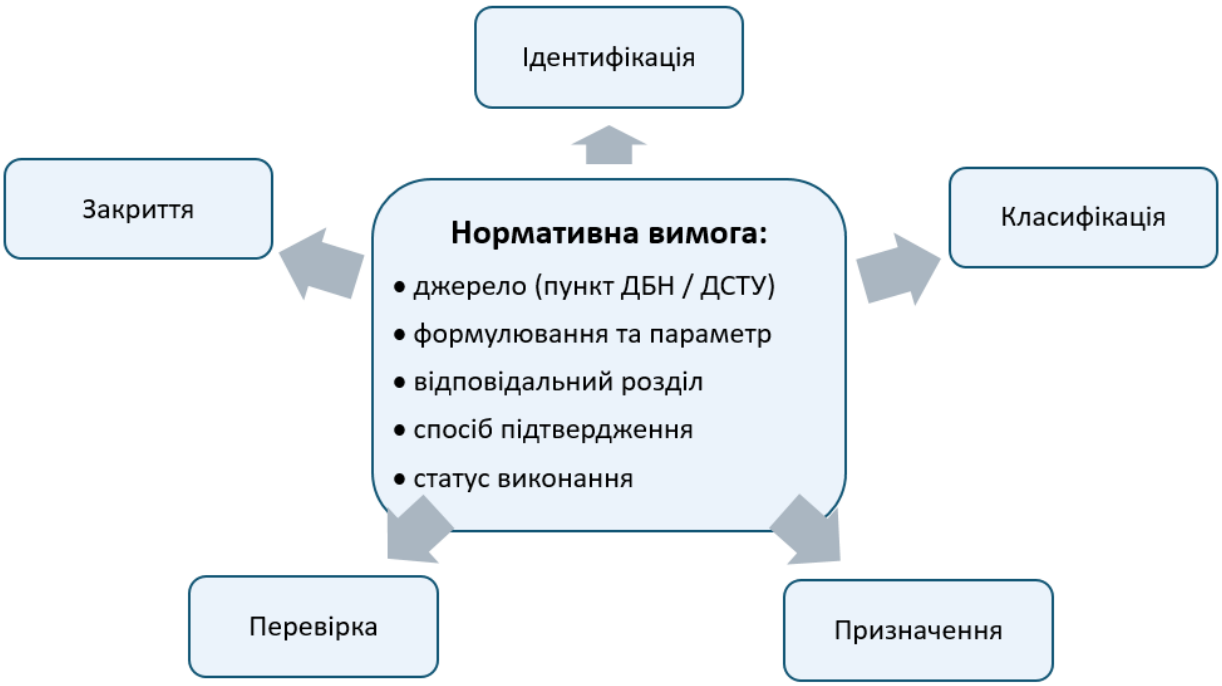


Рис. 2.3. Нормативна вимога як керований об'єкт проєкту

Четвертим кроком є визначення відповідального розділу проєкту. Наприклад, вимога до мінімального напору у водопровідній мережі належить до технологічної частини та гідравлічного моделювання, але впливає на вибір насосного обладнання, електричну потужність, автоматизацію і кошторис. Вимога до санітарно-захисної зони має бути

врахована технологом, генпланістом, екологом і архітектором. Саме ГІП повинен побачити такі зв’язки.

Для навчальних цілей доцільно розглядати три типові приклади читання нормативів. Під час читання закону ГІП шукає не технічні параметри, а правову рамку: хто має повноваження, яка процедура є обов’язковою, які наслідки порушення. Читаючи ДБН, ГІП шукає обов’язкові технічні вимоги, сферу їх застосування та зв’язки з іншими нормами. У разі читання ДСТУ або EN-стандарту ГІП шукає методику: як саме підтвердити виконання вимоги, які розрахунки виконати, які показники подати в пояснювальній записці.

2.3. Директивне, цільове та параметричне нормування

Закон України «Про будівельні норми» розрізняє різні методи нормування в будівництві. Для цього курсу особливо важливими є розпорядчий, цільовий та параметричний методи (рис. 2.4). *Розпорядчий* метод фактично приписує конкретне рішення, конструкцію або матеріал. *Цільовий* метод встановлює мету і критерії оцінки, а *параметричний* метод визначає параметри безпеки, функціональності та якості об’єкта.

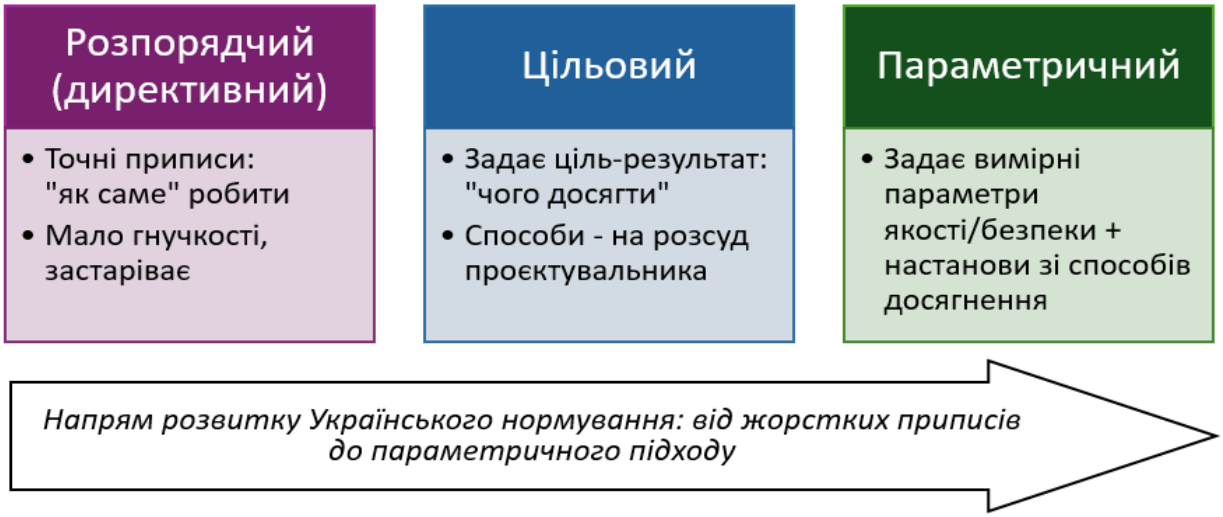


Рис. 2.4. Порівняння розпорядчого, цільового та параметричного методів нормування

У класичній практиці водопостачання та водовідведення значна частина вимог була сформульована як розпорядчі. Проєктувальнику задавалися конкретні швидкості, ухили, типи споруд, діаметри, розміри, формули та табличні коефіцієнти. Такий підхід забезпечував уніфікацію, але

обмежував застосування нових технологій, цифрового моделювання й оптимізаційних методів.

Параметричний підхід працює інакше. Він визначає, якого результату потрібно досягти: надійність подачі води, безпечність питної води, допустимий рівень ризику, гідравлічну пропускну здатність, стабільність очищення стічних вод, захист довкілля, енергоефективність, керованість системи. Спосіб досягнення цих параметрів може відрізнятися залежно від умов конкретного проєкту.

Для ГІПа перехід до параметричного нормування означає зміну професійної логіки. У розпорядчій системі головне питання звучало так: «Чи виконано пункт ДБН?» У параметричній системі питання складніше: «Чи доведено, що прийняте рішення забезпечує встановлений рівень безпеки, функціональності та якості?» Відповідь на це питання часто потребує моделювання, варіантного аналізу, порівняння сценаріїв, оцінки ризиків і цифрової фіксації доказів.

Саме тому в новій нормативній архітектурі ДБН поступово перетворюються на рамкові документи, а розрахункові методики, детальні технологічні рекомендації і таблиці переносяться до ДСТУ-настанов (рис. 2.5). Така модель робить систему гнучкішою: ДБН формулює ціль і параметри, а ДСТУ показує один або декілька шляхів досягнення цих параметрів.

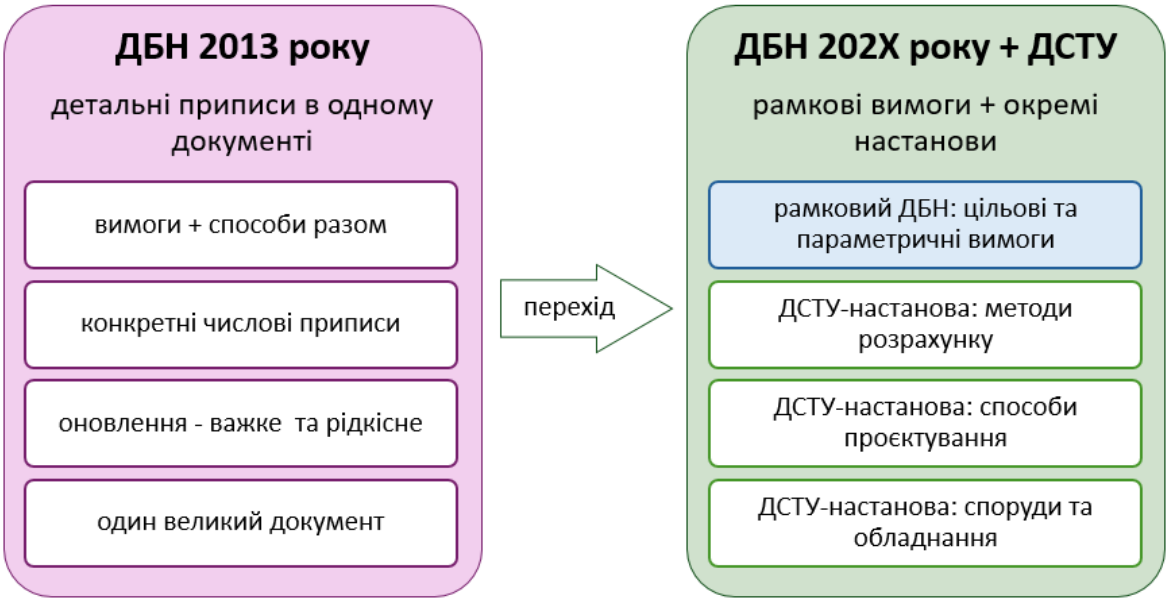


Рис. 2.5. Перехід від детальних приписів ДБН 2013 року до рамкових ДБН 202Х та ДСТУ-настанов

2.4. Аналіз чинних ДБН В.2.5-74:2013 і В.2.5-75:2013 з позиції ГІПа

Чинний ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» є комплексним документом, який одночасно охоплює джерела водопостачання, схеми та системи водопостачання, водозабірні споруди, водопідготовку, насосні станції, водоводи, водопровідні мережі, резервуари, зони санітарної охорони, автоматизацію, будівельні рішення й особливі природні умови. Його зміст свідчить про те, що документ поєднує рамкові вимоги, технологічні приписи, розрахункові положення та вимоги до суміжних розділів.

Для ГІПа перевага такого документа полягає в тому, що значний масив вимог зібраний в одному місці. Недолік полягає в надмірній змішаності рівнів регулювання. В одному документі одночасно містяться принципові вимоги до системи, конкретні технологічні рішення, розрахункові таблиці, посилання на суміжні ДБН, рекомендації щодо обладнання й окремі положення до будівельних рішень. У практиці комплексного проєктування це ускладнює побудову реєстру вимог.

Аналогічну структуру має чинний ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди». Він охоплює системи каналізації, розрахункові витрати, каналізаційні мережі, насосні й повітродувні станції, очисні споруди, споруди обробки осаду, дощову каналізацію, електропостачання, автоматизацію, генплан, опалення та вентиляцію, надійність, охорону довкілля, пожежну та техногенну безпеку, охорону праці й особливі природні умови.

Такі чинні ДБН залишаються основою для проєктування до моменту офіційного прийняття нових редакцій. З навчальної позиції їх потрібно розглядати як джерело конкретних вимог і приклад переважно директивної нормативної системи, у якій багато рішень подано у вигляді готових приписів. Саме на контрасті з ними добре видно логіку переходу до цільового й параметричного нормування (табл. 2.2).

2.5. Проєкти нових ДБН В.2.5-74:202Х і В.2.5-75:202Х

Проєкт ДБН В.2.5-74:202Х декларує, що будівельні норми розроблено із застосуванням цільового та параметричного методів нормування. У вступі також зазначено, що норми встановлюють вимоги до параметрів безпеки, функціональності та якості об’єкта нормування, а положення щодо технологій, розрахунків, обладнання й будівельної продукції винесені до відповідних національних нормативних документів ДСТУ.

Таблиця 2.2

Порівняння чинних і проєктних підходів у ДБН В.2.5-74 та В.2.5-75

Документ	Сильна сторона	Обмеження для сучасного ГІПа
ДБН В.2.5-74:2013	Комплексно охоплює водопостачання: джерела, мережі, споруди, водопідготовку, насосні станції, резервуари	Поєднує рамкові вимоги, детальні приписи, формули, таблиці та положення суміжних розділів
ДБН В.2.5-75:2013	Комплексно охоплює системи водовідведення: мережі, КНС, КОС, осади, дощову каналізацію	Містить багато технологічних і розрахункових положень у межах одного документа
Проєкти ДБН 202Х	Переходять до цільового і параметричного методу, розділяють рамкові вимоги та методичні настанови	Потребують від ГІПа вміння працювати з кількома пов’язаними документами та доказами відповідності

Це означає принципову зміну функції ДБН. Якщо чинний ДБН В.2.5-74:2013 містить дуже великий технологічний масив, то новий ДБН В.2.5-74:202Х має стати документом верхнього рівня (рис. 2.6). Він визначатиме основні положення проєктування систем водопостачання, а детальні рішення мають міститися в ДСТУ-настановах із водозабірних і водоочисних споруд, транспортування води та методів визначення витрат і напорів.

Аналогічна логіка закладена у проєкті ДБН В.2.5-75:202Х (рис. 2.7). У вступі прямо зазначено, що норми призначені для нормативного регулювання у сфері проєктування зовнішніх мереж і споруд водовідведення на основі параметричного методу нормування. Документ також відсилає до ДСТУ-настанов із проєктування систем збору і транспортування стічних вод, споруд очищення стічних вод та систем обробки осадів.

Для ГІПа така структура є більш вимогливою, але методично правильнішою. ГІП уже не може працювати з одним великим ДБН як з універсальною книгою готових відповідей. Він має сформувати карту нормативних документів проєкту: рамковий ДБН, відповідні ДСТУ-настанови, стандарти розрахунків, стандарти обладнання, документи щодо

BIM та інформаційного обміну, вимоги замовника й результати схем оптимізації.



Рис. 2.6. Зв'язок рамкового ДБН В.2.5-74:202Х з новими ДСТУ-настановами

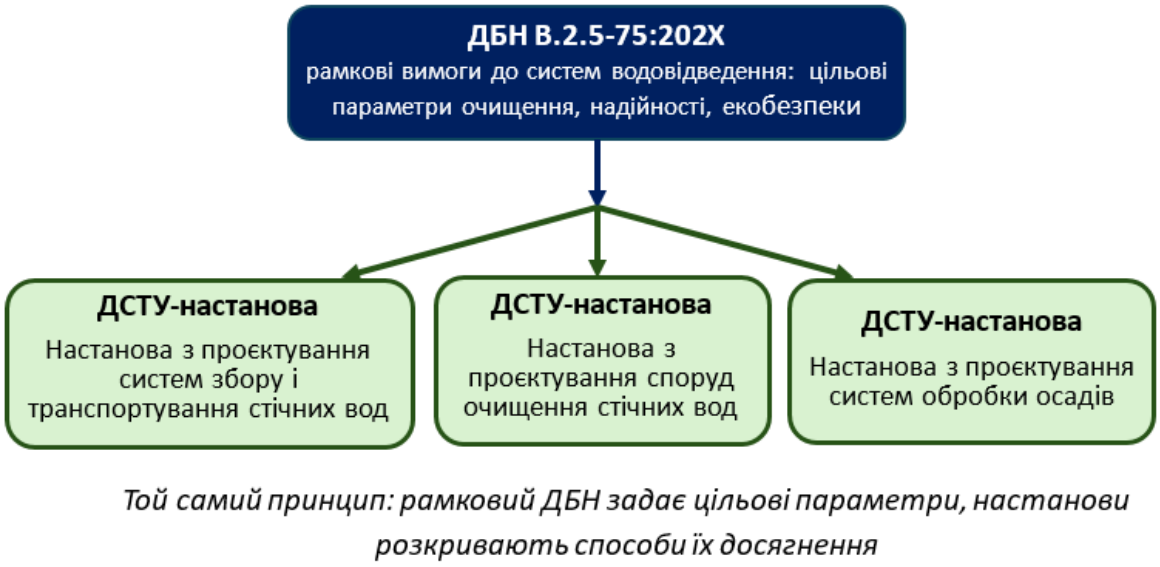


Рис. 2.7. Зв'язок рамкового ДБН В.2.5-75:202Х з новими ДСТУ-настановами

2.6. Передпроєктні роботи, feasibility studies та схеми оптимізації

Комплексне проєктування систем водопостачання та водовідведення не повинно починатися з креслення окремої насосної станції або ділянки трубопроводу. У сучасній практиці першим етапом має бути визначення проблеми системи, аналіз її поточного стану, прогноз розвитку, порівняння сценаріїв і вибір оптимального варіанта. Цю роль виконують передпроєктні дослідження, feasibility studies та схеми оптимізації (рис. 2.8 і 2.9).

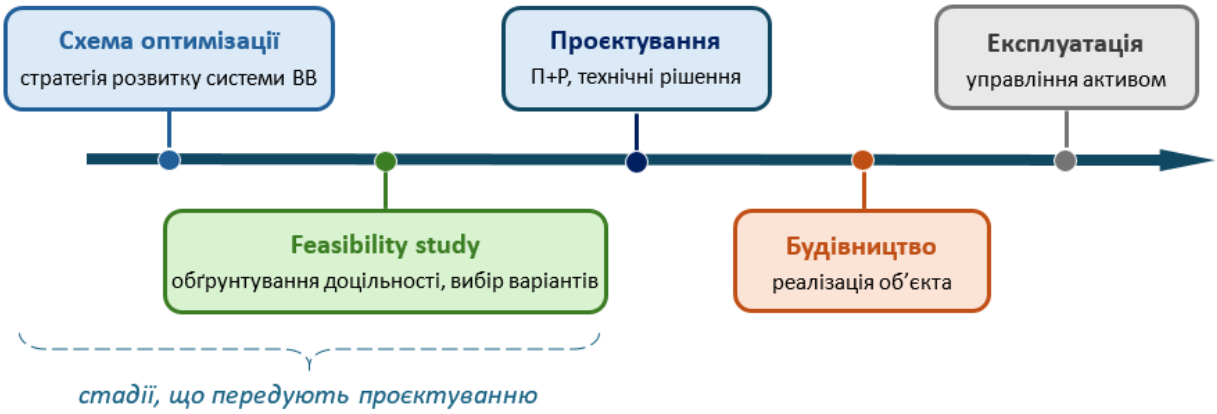


Рис. 2.8. Місце схем оптимізації та feasibility study у життєвому циклі проєкту

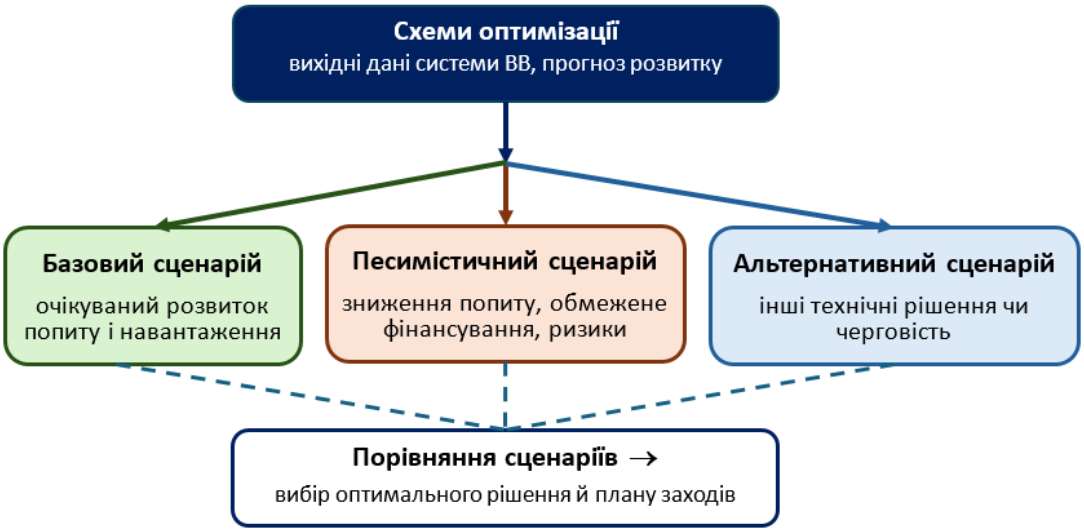


Рис. 2.9. Сценарний підхід у схемах оптимізації систем водопостачання та водовідведення

Наказ Міністерства розвитку громад та територій України № 986 від 12.06.2025 затвердив порядки розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення. У цих документах закладено принципово сучасний підхід: система розглядається не як набір окремих споруд, а як довгостроковий об'єкт планування з базовим, альтернативними, оптимістичним, песимістичним та оптимальним сценаріями розвитку.

Для майбутнього ГІПа важливо розуміти, що схема оптимізації не замінює проєктну документацію. Вона передує проєктуванню і формує основу для вибору інвестиційних заходів. Проєкт реконструкції водоочисної станції, будівництва нового водоводу або модернізації каналізаційної

насосної станції має спиратися на більш широкий аналіз системи, а не лише на локальне технічне завдання.

Feasibility study в цьому контексті є інструментом обґрунтування доцільності конкретного інвестиційного заходу. Воно повинно показати, які варіанти розглядалися, чому вибрано саме цей варіант, які очікувані технічні, економічні, енергетичні й екологічні наслідки, які ризики існують і які вихідні дані мають бути передані на наступну стадію проєктування.

З позиції навчального курсу це надзвичайно важливо. Необхідно бачити не лише технічну частину проєкту, а й логіку появи самого проєкту. ГІП має вміти поставити питання: чи цей об’єкт справді потрібний; чи правильно визначено його продуктивність; чи перевірено альтернативи; чи узгоджено рішення зі схемою оптимізації; чи відповідає захід фінансовій моделі; чи враховано ризики воєнного часу, енергетичної нестабільності, зміни клімату та демографічних прогнозів.

2.7. Порядок розроблення проєктної документації та роль наказу № 45

Після завершення передпроєктних робіт і прийняття рішення про реалізацію заходу починається власне розроблення проєктної документації. Основним процедурним документом тут є Порядок розроблення проєктної документації на будівництво об’єктів, затверджений наказом Мінрегіону № 45 від 16.05.2011. Саме він визначає базові поняття, ролі учасників, вихідні дані, завдання на проєктування та послідовність організації розроблення документації.

Важливо розуміти, що Порядок прямо визначає ГІПа як інженера, який має кваліфікаційний сертифікат інженера-проєктувальника з інженерно-будівельного проєктування та виконує роботу з інженерно-будівельного проєктування, очолює та/або координує розроблення окремих розділів проєктної документації. Це нормативно закріплює логіку: ГІП є не виконавцем усіх розділів, а координатором і технічним інтегратором.

Наказ № 45 також вводить поняття генпроєктувальника, який за згодою замовника може залучати субпроєктувальників. У реальному проєкті водоочисної станції або каналізаційних очисних споруд це стандартна ситуація: частину рішень виконує основна проєктна організація, частину – спеціалізовані субпідрядники, частину – постачальники обладнання. ГІП повинен забезпечити, щоб результати цих робіт були сумісними.

З практичного погляду ГІП повинен використовувати Порядок не лише як юридичне джерело, а й як чек-лист організації процесу (табл. 2.3). Він повинен перевірити наявність завдання на проєктування, вихідних даних, технічних умов, інженерних вишукувань, рішень щодо стадійності, складу проєктної документації та порядку погодження змін.

Таблиця 2.3

Використання наказу № 45 як організаційного чек-листа ГІПа

Питання ГІПа	Що перевірити за наказом № 45	Результат для проєкту
Хто виконує проєкт?	Замовник, проєктувальник, генпроєктувальник, субпроєктувальники	Сформована організаційна структура
Хто координує розділи?	Призначення ГІПа/ГАПа та відповідальних виконавців	Зрозуміла відповідальність за технічні рішення
На підставі чого проєктуємо?	Завдання на проєктування та вихідні дані	Єдине джерело вимог для всіх розділів
Яка стадія?	ТЕО, ТЕР, ЕП, П, РП, Р	Правильний склад документації
Як вносяться зміни?	Зміни до завдання та документації	Контроль версій і уникнення неузгодженостей

2.8. ДБН А.2.2-3 і стадійність проєктування

ДБН А.2.2-3:2014 встановлює склад та зміст проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію та капітальний ремонт будівель і споруд. Для об’єктів водопостачання та водовідведення цей документ є базовим, оскільки саме він визначає, які стадії можуть застосовуватися і який склад матеріалів має бути підготовлений на кожній з них.

У практиці комплексного проєктування ГІП повинен чітко розрізняти стадії проєктування: передпроєктний аналіз, ТЕО, ТЕР, ескізний проєкт, проєкт, робочий проєкт і робочу документацію (табл. 2.4). Помилка у визначенні стадії призводить до помилки у складі документації. Наприклад, на стадії ТЕО не очікується такий рівень деталізації, як у робочій документації, але саме на цій стадії мають бути достатньо обґрунтовані принципові технічні рішення, черговість, потужність, варіанти й техніко-економічні показники.

Таблиця 2.4

Стадійність проєктування з позиції ГІПа

Стадія	Головне завдання	Що контролює ГІП
ТЕО	Обґрунтувати доцільність і принципові рішення	Варіанти, потужність, черги, техніко-економічні показники
ТЕР	Обґрунтувати рішення для менш складних або локальних заходів	Достатність вихідних даних і коректність порівняння
ЕП	Сформувати ескізні архітектурні та планувальні рішення	Узгодженість концепції з технологією і генпланом
П	Підготувати затверджувальну частину проєкту	Повнота розділів, експертиза, відповідність нормативам
РП	Поєднати затверджувальні рішення й робочу деталізацію	Відсутність розриву між рішеннями й обсягами
Р	Підготувати робочу документацію для будівництва	Креслення, специфікації, ВОР, колізії, версійність

Для лінійних об’єктів інженерно-транспортної інфраструктури, до яких можуть належати магістральні водоводи та каналізаційні колектори, склад документації має свої особливості. ГІП повинен завчасно визначити, які матеріали мають бути підготовлені технологом, генпланістом, фахівцем із трасування, кошторисником і спеціалістом з організації будівництва.

У BIM-орієнтованому проєкті стадійність повинна бути пов’язана також із рівнями інформаційної потреби. На ранніх стадіях модель може бути концептуальною, але на стадії робочої документації вона повинна містити достатню інформацію для координації розділів, формування специфікацій, відомостей обсягів робіт та перевірки колізій. Детально цей аспект розглядається у BIM-розділі посібника, але вже тут потрібно зафіксувати: нормативна стадія і цифрова зрілість моделі мають бути узгоджені.

2.9. Постанова КМУ № 560: затвердження проєктів та експертиза

Постанова Кабінету Міністрів України № 560 від 11.05.2011 визначає механізм затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи. Для ГІПа цей документ є критичним, оскільки саме експертиза часто стає етапом, на якому виявляються недоліки координації між розділами.

Правильне управління нормативними вимогами з початку проєкту зменшує ризик значних зауважень на фінальній стадії.

Постанова також пов’язує затвердження проєктів зі стадійністю. У разі дво- і тристадійного проєктування проєкти затверджуються на стадії «проєкт» або «робочий проєкт», а схвалюються на стадіях ТЕО, ТЕР або ескізного проєкту. Це означає, що ГІП повинен розуміти, які рішення є попередніми, які схвалюються, а які стають основою для затвердження й подальшого будівництва.

Особливу увагу слід приділяти змінам до затверджених або схвалених проєктів. Зміни не повинні вноситися хаотично. Вони мають базуватися на завданні на проєктування, відображатися у відповідних розділах, проходити внутрішню координацію і в разі потреби повторну експертизу або перезатвердження. Для об’єктів водопостачання та водовідведення зміна навіть одного технологічного параметра може вплинути на будівельні конструкції, електричні навантаження, автоматизацію, ОВ, кошторис і екологічні показники.

У період дії воєнного стану постанова № 560 також містить спеціальні положення щодо капітального ремонту пошкоджених об’єктів. Це є прикладом того, що нормативне середовище може змінюватися під впливом зовнішніх обставин. В окремому розділі курсу буде розглянуто спрощення й особливості проєктування в умовах воєнного стану, але ГІП уже на цьому етапі має розуміти: обсяг документації завжди повинен визначатися не звичкою, а чинною процедурою, класом наслідків, видом будівництва та рішенням замовника, погодженим із відповідальними виконавцями.

2.10. Довідник основних нормативних документів для ГІПа

Довідник нормативних документів не підміняє собою офіційні джерела. Його завдання – допомогти зрозуміти, які групи документів зазвичай потрібні для різних об’єктів водопостачання та водовідведення. Перед застосуванням у реальному проєкті чинність кожного документа необхідно перевіряти за офіційними ресурсами.

У табл. 2.5 наведено орієнтовний розподіл нормативних документів за типами об’єктів і розділів. У наступних розділах кожна група нормативів розглядається детальніше на конкретних прикладах: водозабір, насосна станція, водоочисна станція, каналізаційна насосна станція, колектор, очисні споруди стічних вод, споруди обробки осадів.

Таблиця 2.5

Орієнтовний довідник нормативів за об'єктами водопостачання та водовідведення

Об'єкт / частина проєкту	Основні документи	Навіщо потрібні ГІПу
Водозабір	ДБН В.2.5-74, ДСТУ 4808, нова настанова з водозабірних і водоочисних споруд	Вибір джерела, ЗСО, схема забору, вихідні дані для технології та генплану
Водоочисна станція	ДБН В.2.5-74, ДСТУ-настанова з водоочисних споруд, санітарні вимоги	Технологічна схема, якість води, реагентне господарство, промивні води
Водовід і розподільна мережа	ДБН В.2.5-74, EN 805, ДСТУ з транспортування води, ДСТУ з гідравлічних розрахунків	Траси, напори, гідравліка, матеріали труб, камери, резервування
Каналізаційний колектор	ДБН В.2.5-75, EN 752, ДСТУ з транспортування стічних вод	Ухили, наповнення, колодязі, переходи, аварійні режими
КНС	ДБН В.2.5-75, ДСТУ-настанови, електрика, вентиляція, пожежна безпека	Насоси, резервування, запахи, ОВ, електроживлення, автоматизація
КОС	ДБН В.2.5-75, ДСТУ з очищення стічних вод, екологічні вимоги	Якість очищення, технологія, скиди, реагенти, мулове господарство
Обробка осадів	ДБН В.2.5-75, ДСТУ з обробки осадів, екологічні та санітарні вимоги	Стабілізація, зневоднення, утилізація, запахи, небезпечні зони

2.11. Нормативи суміжних розділів у проєктах ВВ

Проєкти водопостачання та водовідведення не є суто технологічними. Навіть якщо головним об'єктом є водоочисна станція або каналізаційна насосна станція, проєкт завжди передбачає архітектурні, конструктивні, електротехнічні, вентиляційні, автоматизаційні, пожежні, екологічні, генпланові та кошторисні рішення. У цьому розділі ці нормативи

розглядаються коротко, оскільки детально вони вивчатимуться у відповідних главах посібника.

Для ГІПа важливо розуміти не повний зміст кожного суміжного нормативу, а те, яку інформацію він має передати суміжнику і який результат отримати назад (рис. 2.10). Наприклад, фахівець з ОВ не може коректно запроєктувати вентиляцію реагентного господарства без даних про реагенти, їх кількість, концентрацію, режим роботи та можливі аварійні виділення. Конструктор не може закласти отвори й закладні деталі без технологічної моделі трубопроводів. Електрик не може визначити навантаження без переліку насосів, мішалок, компресорів і систем автоматизації.

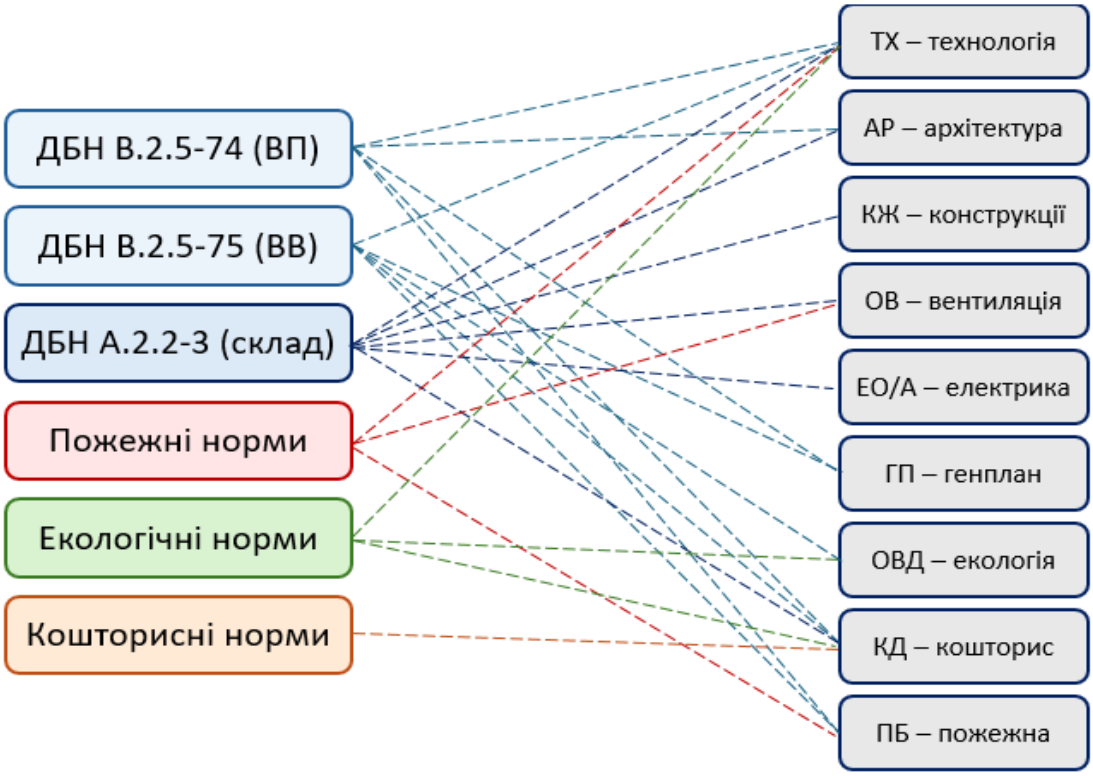


Рис. 2.10. Розподіл нормативів між основними розділами проєкту

У класичному проєктуванні ці зв’язки часто контролювалися за допомогою завдань суміжникам, паперових або електронних креслень і координаційних нарад. У BIM-орієнтованому процесі вони додатково фіксуються через моделі, спільне середовище даних, журнали питань, координовані просторові рішення й автоматизовані перевірки колізій. Проте нормативна відповідальність не зникає: модель лише допомагає побачити проблему, а ГІП повинен забезпечити, щоб рішення відповідало вимогам (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Мінімальна схема нормативної взаємодії ГІПа із суміжними розділами

Суміжний розділ	Що передає ГІП / технолог	Що перевіряє ГІП на виході
Архітектура	Габарити обладнання, зони обслуговування, вимоги до приміщень	Планування, доступи, евакуація, технологічна придатність
Конструкції	Навантаження, отвори, закладні, агресивні середовища	Несучі елементи не конфліктують із технологією
ОВ	Категорії приміщень, тепловиділення, реагенти, запахи	Повітрообмін, вентиляційні траси, відсутність колізій
Електрика	Перелік споживачів, режими роботи, резервування	Потужність, щитові, кабельні траси, резервне живлення
Автоматизація	Точки контролю, алгоритми, аварійні режими	Повнота КВПіА, диспетчеризація, сценарії керування
Екологія / ОВД	Викиди, скиди, осади, реагенти, санітарні зони	Повнота впливів і відповідність технологічним рішенням

2.12. Європейська та міжнародна нормативна база

Європейські та міжнародні стандарти мають дедалі більше значення для української практики проєктування. Частина з них уже прийнята як національні стандарти України, частина використовується як джерело сучасних підходів, а частина прямо згадується у проєктах нових ДБН і ДСТУ-настанов. Для ГІПа важливо розуміти, що EN та ISO не замінюють українське законодавство, але можуть бути джерелом методик, термінології та доказів відповідності.

Для систем водопостачання ключове значення має EN 805, який встановлює вимоги до систем і компонентів водопостачання поза будівлями. Для систем водовідведення важливим є EN 752, що стосується дренажних і каналізаційних систем поза будівлями. Для очисних споруд стічних вод велике значення має серія EN 12255. У сфері пластикових труб

застосовуються стандарти EN 12201 та EN ISO 1452. Для електробезпеки, блискавкозахисту, ступенів захисту оболонок та умов експлуатації використовуються відповідні EN та IEC-гармонізовані стандарти.

Окреме місце посідають стандарти ISO. ISO 9001 може використовуватися як основа системи управління якістю проєктної організації. ISO 14001 – як основа екологічного менеджменту. ISO 55000 – як методологія управління активами, що особливо важливо для водоканалів. ISO 24510, ISO 24511 та ISO 24512 стосуються якості послуг водопостачання та водовідведення. ДСТУ ISO 19650 є основою управління інформацією в BIM-проєктах, але детально він розглядатиметься в окремому BIM-розділі.

Міжнародні стандарти не слід сприймати як «додаткову літературу». У параметричній системі вони стають одним з інструментів доведення відповідності. Якщо ДБН встановлює цільовий параметр, а ДСТУ або EN дає методику його визначення, ГІП повинен забезпечити правильний зв'язок між цими документами у реєстрі вимог (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Приклади EN та ISO в нормативній системі проєкту

Стандарт / група стандартів	Сфера застосування	Роль у проєкті
EN 805	Системи водопостачання поза будівлями	Вимоги до мереж, компонентів, експлуатаційної надійності
EN 752	Системи водовідведення поза будівлями	Підходи до мереж, пропускної здатності, експлуатації
EN 12255	Очисні споруди стічних вод	Сучасна структура вимог до КОС
EN 12201 / EN ISO 1452	Пластикові трубопровідні системи	Вибір труб, фітингів, матеріалів
ISO 55000	Управління активами	Зв'язок проєкту з довгостроковою експлуатацією
ISO 19650	BIM та управління інформацією	Організація інформаційної взаємодії у цифровому проєкті

2.13. Формування нормативної бази конкретного проєкту

На початку кожного проєкту ГІП повинен сформувати не просто список використаних нормативів, а нормативну карту проєкту. Вона повинна відповідати типу об’єкта, стадії проєктування, класу наслідків, вихідним даним, вимогам замовника, результатам схем оптимізації та складу проєктної команди.

Алгоритм формування нормативної бази починається з визначення об’єкта: водозабір, водоочисна станція, насосна станція, резервуар, водовід, каналізаційний колектор, КНС, КОС, споруди обробки осадів або комплексний об’єкт. Далі визначаються вид будівництва, клас наслідків, стадія, наявність передпроєктних матеріалів, необхідність експертизи та спеціальні умови: воєнні пошкодження, складні інженерно-геологічні умови, санітарні зони, екологічні обмеження, охоронні зони мереж.

Після цього ГІП формує реєстр нормативних документів. У ньому кожен документ повинен мати назву, код, статус чинності, редакцію, сферу застосування, відповідальні розділи та примітки щодо застосування. Окремо формується реєстр нормативних вимог (табл. 2.8 і 2.9), де кожна суттєва вимога пов’язується з конкретним розділом, виконавцем, способом підтвердження та статусом виконання.

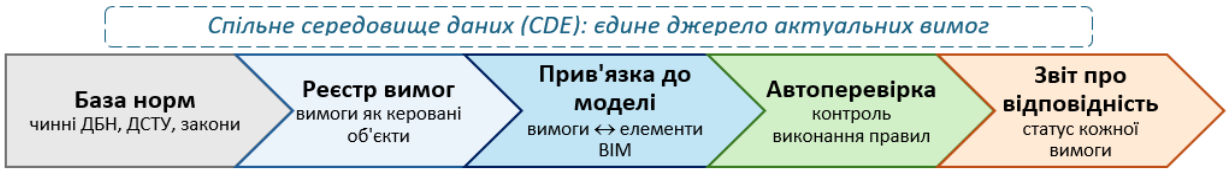


Рис. 2.11. Цифрове управління нормативними документами та вимогами

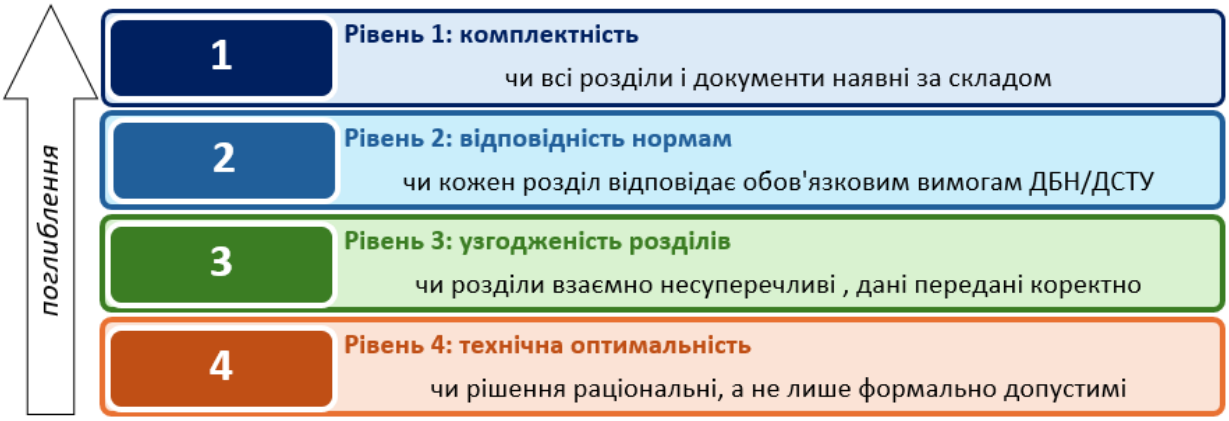


Рис. 2.12. Матриця рівнів нормативного контролю ГІПа

Таблиця 2.8

Шаблон реєстру нормативних документів проєкту

Код	Документ	Редакція / статус	Розділ проєкту	Відповідальний	Статус
N-001	Закон України / постанова / наказ	чинний	Загальна частина	ГІП	перевірено
N-010	ДБН А.2.2-3	чинний	Склад документації	ГІП	у роботі
N-020	ДБН В.2.5-74 або В.2.5-75	чинний / проєктний аналіз	Технологія	Головний технолог	у роботі
N-030	ДСТУ-настанова	проєкт / чинний після прийняття	Технологія, мережі	Виконавець розділу	до перевірки
N-040	EN / ISO	чинний стандарт	Методика / BIM / якість	ГІП, BIM-координатор	за потреби

2.14. Типові помилки ГІПа під час роботи з нормативною базою

Найпоширенішою помилкою є механічне перенесення списку нормативів із попереднього проєкту. Такий список часто містить документи, що втратили чинність, не враховує специфіки нового об’єкта, не пов’язаний із розділами проєкту й не допомагає контролювати вимоги. Для сучасного ГІПа перелік нормативів без реєстру вимог має обмежену цінність.

Друга типова помилка – змішування чинних документів і проєктів нових нормативів без пояснення статусу. У навчальному процесі проєкти ДБН В.2.5-74:202Х, ДБН В.2.5-75:202Х та відповідні ДСТУ-настанови потрібно активно аналізувати, оскільки вони демонструють майбутній напрям розвитку нормативної системи. Проте в реальному проєкті застосування таких документів можливе лише після офіційного набрання чинності або як довідковий / методичний матеріал за погодженням із замовником і в межах чинного законодавства.

Таблиця 2.9

Шаблон реєстру нормативних вимог проєкту

Вимога	Джерело	До чого застосовується	Як підтверджується	Хто перевіряє
Забезпечити гарантований напір	ДБН / ДСТУ гідравлічних розрахунків	Водопровідна мережа	EPANET, розрахункова таблиця, пояснювальна записка	ГІП, технолог
Забезпечити нормативну якість питної води	Закон, санітарні вимоги, ДБН, ДСТУ	ВОС, технологія водопідготовки	Технологічний розрахунок, лабораторні дані, технологічна схема	ГІП, технолог
Забезпечити пропускну здатність колектора	ДБН / ДСТУ / EN 752	Самопливна мережа	SWMM або гідравлічний розрахунок	ГІП, виконавець мереж
Уникнути колізій між розділами	BEP, внутрішній стандарт, ISO 19650	BIM-модель	Navisworks, журнал колізій	ГІП, BIM-координатор

Третя помилка – відсутність зв’язку між нормативами та завданнями суміжникам. Якщо вимога стосується декількох розділів, вона повинна бути передана всім відповідальним виконавцям. Наприклад, вимоги до зон санітарної охорони впливають на генплан, екологію, технологію, землевідведення й архітектурні рішення. Якщо ця вимога залишиться лише в технологічному розділі, проєкт буде неузгодженим.

Четверта помилка – відсутність доказів виконання. У параметричному проєктуванні недостатньо написати, що вимога виконана. Потрібно показати, як вона виконана: розрахунком, моделлю, протоколом, специфікацією, кресленням, відомістю обсягів робіт або записом у журналі координації. Саме тому в сучасному проєкті нормативна вимога повинна мати цифровий слід.

Таблиця 2.10

Типові помилки управління нормативними вимогами

Помилка	Наслідок	Як запобігти
Застарілий перелік нормативів	Зауваження експертизи, перероблення розділів	Перевіряти чинність перед стартом і перед поданням
Немає реєстру вимог	Вимоги не розподілені між виконавцями	Вести реєстр документів і реєстр вимог
Не визначено статус проєктних нормативів	Ризик некоректного застосування	Окремо позначати чинні документи, проєкти та довідкові джерела
Вимоги не передані суміжникам	Колізії та неповнота документації	Використовувати матрицю відповідальності
Немає доказу відповідності	Складно закрити зауваження експертизи	Прив’язувати вимоги до розрахунків, креслень, моделей і ВОР

Висновки

Нормативна база у проєктах водопостачання та водовідведення повинна розглядатися як система управління вимогами. Для ГІПа важливо не лише знати назви документів, а й розуміти їхнє місце в ієрархії, статус, сферу застосування, обов’язковість положень, зв’язок із розділами проєкту та спосіб підтвердження виконання.

Чинні ДБН В.2.5-74:2013 і ДБН В.2.5-75:2013 залишаються базовими джерелами технічних вимог, але з методичного погляду вони відображають переважно директивну модель нормування. Проєкти нових ДБН 202Х та пов’язані з ними ДСТУ-настанови демонструють перехід до рамкових, цільових і параметричних вимог, у яких детальні технологічні рішення, розрахункові методи та рекомендації переносяться до національних стандартів.

Схеми оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення формують стратегічний рівень передпроєктної підготовки. Вони вводять сценарний підхід, аналіз ризиків, індикаторні показники та фінансову модель. Для ГІПа це означає, що проєкт окремого об’єкта має розглядатися як частина довгострокового розвитку системи, а не як ізольоване технічне завдання.

У наступних розділах ця логіка буде застосована до конкретних частин проєкту: технологічних рішень, гідравлічного моделювання, зовнішніх мереж, генплану, архітектури, конструкцій, ОВ, електрики, автоматизації, екології, кошторисів та експертизи. У кожному випадку ГІП повинен ставити три запитання: яка вимога діє, хто її виконує і як доведено її виконання.

Запитання для самоконтролю

1. Чому нормативна база для ГІПа є системою управління вимогами, а не переліком документів?
2. Чим відрізняються закон, постанова, наказ, ДБН і ДСТУ з погляду проєктування?
3. Які етапи передбачає алгоритм читання нормативного документа?
4. У чому полягає різниця між розпорядчим, цільовим і параметричним методами нормування?
5. Чому чинні ДБН В.2.5-74:2013 і В.2.5-75:2013 можна розглядати як документи переважно директивної системи?
6. Яку роль мають відігравати нові ДСТУ-настанови в нормативній системі водопостачання та водовідведення?
7. Що таке схема оптимізації систем централізованого водопостачання або водовідведення?
8. Чим feasibility study відрізняється від стадії проєктування?
9. Яке значення має ДБН А.2.2-3 для ГІПа?
10. Яке значення має постанова КМУ № 560 для проходження експертизи?
11. Які типові помилки допускаються під час формування нормативної бази проєкту?
12. Як BIM і CDE можуть допомогти в управлінні нормативними вимогами?
13. Чому проєктні редакції нормативів не можна автоматично застосовувати як чинні?
14. Як сформувати реєстр нормативних документів для реконструкції КНС?
15. Як сформувати реєстр нормативних вимог для будівництва водоводу?

Практичне завдання

Сформувати нормативну карту проєкту реконструкції водоочисної станції продуктивністю 100 тис. м³/добу або каналізаційної насосної станції середньої продуктивності. У карті необхідно вказати: тип об’єкта, вид будівництва, орієнтовний клас наслідків, стадію проєктування, перелік

основних законодавчих актів, ДБН, ДСТУ, EN/ISO, перелік суміжних розділів, відповідальних виконавців і спосіб підтвердження виконання не менше десяти нормативних вимог.

Результат подати у вигляді двох таблиць: реєстру нормативних документів і реєстру нормативних вимог. Для кожної вимоги потрібно зазначити, чи вона підтверджується розрахунком, кресленням, BIM-моделлю, специфікацією, відомістю обсягів робіт, протоколом або пояснювальною запискою.

Література

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».

Закон України «Про будівельні норми».

Постанова Кабінету Міністрів України від 11.05.2011 № 560 «Про затвердження Порядку затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи».

Наказ Мінрегіону від 16.05.2011 № 45 «Про затвердження Порядку розроблення проєктної документації на будівництво об’єктів».

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди».

ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди».

Проєкт ДБН В.2.5-74:202Х «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

Проєкт ДБН В.2.5-75:202Х «Водовідведення. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

Проєкти ДСТУ-настанов з проєктування водозабірних і водоочисних споруд, систем транспортування води, систем збору і транспортування стічних вод, споруд очищення стічних вод, систем обробки осадів та гідравлічних розрахунків.

Тема 3. Склад і зміст проєктної документації та комплексність проєкту водопостачання та водовідведення

3.1. Проєктна документація як керована інформаційна структура

У повсякденній мові «проєкт» часто розуміють як комплект креслень. Для ГІПа таке розуміння є надто вузьким і навіть небезпечним. *Проєктна документація* – це структурована сукупність текстових і графічних матеріалів, що описують технічні, технологічні, архітектурні, конструктивні, інженерні, економічні й організаційні рішення, достатні для оцінки відповідності об’єкта вимогам і для його реалізації на будівельному майданчику. Креслення є лише частиною цієї сукупності; не менш важливими є пояснювальні записки, розрахунки, специфікації, відомості обсягів робіт і кошторисні матеріали.

Документообіг у проєкті водопостачання та водовідведення особливо складний, тому що такий об’єкт поєднує властивості одразу кількох типів споруд. Водоочисна станція є водночас технологічним комплексом, будівлею, спорудою з ємнісними залізобетонними конструкціями, об’єктом з розвиненою електричною та автоматизованою частиною, джерелом потенційного впливу на довкілля й об’єктом із власним генеральним планом. Кожен із цих аспектів регулюється відповідним набором нормативних вимог і відображається у відповідному розділі. Завдання ГІПа полягає в тому, щоб ці розділи описували той самий об’єкт несуперечливо.

Принциповим є те, що проєктна документація має внутрішню логіку послідовності та залежності. Не можна спроєктувати фундамент під насосний агрегат, доки не визначено тип і масу цього агрегату. Не можна розрахувати вентиляцію реагентного господарства, доки технолог не задав перелік реагентів і режими їх застосування. Не можна сформувати кошторис, доки не готові всі технічні розділи та відомості обсягів робіт. Ця логіка залежності є каркасом, на якому ГІП будує календарний план і систему видачі завдань суміжникам.

У сучасному цифровому проєктуванні склад документації набуває додаткового виміру. Кожному розділу відповідає не лише комплект креслень, а й певна частина інформаційної моделі або пов’язаний із нею набір даних. Архітектурно-будівельні рішення формуються в Revit, зовнішні мережі та генплан – у Civil 3D, технологічні трубопроводи – у Plant 3D, гідравлічні перевірки – в EPANET або SWMM, координація – у Navisworks,

кошторис – у кошторисному комплексі. Тому ГІП повинен розуміти не тільки традиційний склад документації, а й те, як він відображається в цифровій структурі проєкту.

> **Примітка.** Для ГІПа корисно сприймати склад документації як «карту відповідальності»: кожна марка розділу – це зона відповідальності конкретного виконавця, пов’язана з певними нормативними вимогами, вихідними даними та результатами, які передаються іншим розділам.

3.2. ДБН А.2.2-3:2014 як базовий документ складу і змісту

Основним нормативним документом, що визначає склад і зміст проєктної документації, є ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». Він затверджений наказом Мінрегіону від 04.06.2014 № 163, набув чинності з 01.10.2014 і застосовується зі Змінами № 1, № 2 та Поправкою до Зміни № 2. Для ГІПа цей документ є таким самим базовим інструментом, як для лікаря – протокол діагностики: він не описує, як саме лікувати конкретного пацієнта, але встановлює, які обстеження обов’язкові та у якій послідовності.

ДБН А.2.2-3 поширюється на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт і технічне переоснащення будівель і споруд будь-якого призначення, у тому числі на об’єкти водопостачання та водовідведення. Він встановлює стадії проєктування, склад матеріалів кожної стадії, вимоги до пояснювальних записок і графічної частини, а також правила формування завдання на проєктування. Принципово важливо, що цей документ після внесення Зміни № 2 узгоджений із сучасною логікою класів наслідків і з можливістю застосування технологій інформаційного моделювання.

Особливість ДБН А.2.2-3 полягає в тому, що він є рамковим документом процедурного типу. Він не містить технічних вимог до насосів, труб чи відстійників – ці вимоги перебувають у профільних нормах, розглянутих у наступних розділах. Натомість він відповідає на питання «що має бути в проєкті і в якому вигляді», тоді як профільні ДБН відповідають на питання «яким має бути технічне рішення». ГІП застосовує обидва типи документів одночасно: ДБН А.2.2-3 – для контролю комплектності та структури, профільні ДБН – для контролю змісту рішень.

Логіку застосування цього документа зручно уявляти як двоступеневу перевірку. На першому ступені ГІП перевіряє, чи правильно вибрано стадію проєктування і чи повний склад розділів для цієї стадії. На другому ступені

він перевіряє, чи кожен розділ містить усе, що вимагає ДБН А.2.2-3 для свого змісту: правильно оформлену пояснювальну записку, необхідні розрахунки, графічну частину, специфікації. Лише після цього має сенс заглиблюватися в технічну правильність окремих рішень, оскільки неповний за складом проєкт не може бути поданий на експертизу незалежно від якості окремих креслень.

3.3. Стадійність проєктування для об'єктів водопостачання та водовідведення

Однією із центральних ідей ДБН А.2.2-3 є стадійність (табл. 3.1). Проєктування виконується послідовно, від менш деталізованих рішень до більш деталізованих, і кожна стадія має своє завдання. Помилка у виборі стадії або в розумінні її ролі неминуче призводить до помилки у складі документації, а отже – до проблем на експертизі або до зайвих витрат на надмірну деталізацію там, де вона не потрібна.

Таблиця 3.1

Стадійність проєктування для типових об'єктів водопостачання та водовідведення

Об'єкт	Типова стадійність	Чому саме так
Велика водоочисна станція, комплекс очисних споруд	ТЕО → П → Р	Висока складність, високий клас наслідків, потреба в обґрунтуванні варіантів
Магістральний водовід, каналізаційний колектор	ТЕР → П → Р	Лінійний об'єкт, обґрунтування траси та способу прокладання
Каналізаційна насосна станція середньої потужності	П → Р або РП	Залежить від класу наслідків і складності
Локальна КНС, ділянка мережі, водопровідний ввід	РП	Технічно нескладний об'єкт, низький клас наслідків
Реконструкція насосної станції	П → Р або РП	Залежить від обсягу втручання та класу наслідків

Стадія техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) застосовується для технічно складних, великих або соціально значущих виробничих об’єктів. Її завдання – довести доцільність будівництва об’єкта, обґрунтувати потужність, порівняти варіанти, визначити чергу будівництва та пускові комплекси, оцінити техніко-економічні показники. Для великої водоочисної станції або комплексу очисних споруд стічних вод ТЕО відповідає на стратегічні питання: яка продуктивність потрібна, які технології розглядалися, чому вибрано саме цей варіант, скільки приблизно коштуватиме реалізація.

Стадія техніко-економічного розрахунку (ТЕР) є спрощеним аналогом ТЕО для менш складних або лінійних об’єктів. Для магістрального водоводу чи каналізаційного колектора ТЕР обґрунтовує основні параметри траси, діаметри, спосіб прокладання й орієнтовну вартість, не вдаючись у деталі, які з’являться на наступних стадіях.

Стадія ескізного проєкту (ЕП) застосовується переважно для невиробничих об’єктів і зосереджується на принципових архітектурних і планувальних рішеннях. Для об’єктів водопостачання та водовідведення вона використовується рідше, але може бути доречною, наприклад, для адміністративно-лабораторного корпусу водоканалу або для об’єкта, де важлива архітектурна інтеграція в міське середовище.

Стадія «проєкт» (П) є основною затверджуваною стадією для технічно складних об’єктів. Саме на цій стадії формується повний комплект розділів, який проходить експертизу та затверджується замовником. На стадії П приймаються всі принципові технічні рішення: технологічна схема, об’ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення ємнісних споруд, схеми електропостачання й автоматизації, рішення з охорони довкілля.

Робоча документація (стадія Р) розробляється після затвердження стадії П і деталізує прийняті рішення до рівня, достатнього для будівництва: робочі креслення, специфікації, вузли, деталі.

Стадія «робочий проєкт» (РП) об’єднує затверджувану частину та робочу документацію в одному документі. Вона застосовується для технічно нескладних об’єктів і об’єктів із невисоким класом наслідків. Для невеликої каналізаційної насосної станції, локальних очисних споруд малого населеного пункту або ділянки розподільної мережі РП є раціональним вибором, що скорочує строки та спрощує процедуру.

Вибір стадійності для об’єктів водопостачання та водовідведення (рис. 3.1) прямо пов’язаний із класом наслідків об’єкта, який визначається

за ДБН В.1.2-14 та ДСТУ 8855. Чим вищий клас наслідків – а отже, чим серйознішими можуть бути наслідки відмови об'єкта для життя людей, довкілля й економіки, – тим більш деталізованою має бути процедура проєктування. Магістральний водовід, що забезпечує водою велике місто, і локальна свердловина для сільського водопостачання потребують принципово різного рівня формалізації, хоча обидва є об'єктами водопостачання.

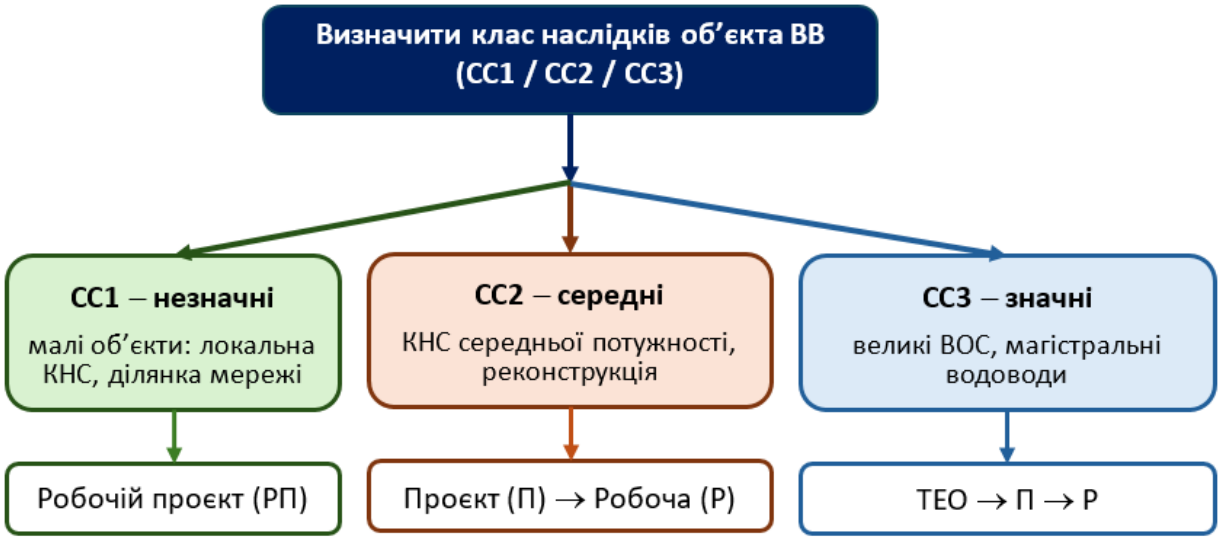


Рис. 3.1. Логіка вибору стадійності проєктування залежно від класу наслідків об'єкта ВВ

⚠ **Увага!** Поширена помилка молодого ГІПа – вибрати одностадійний робочий проєкт для об'єкта, який за класом наслідків потребує окремої затверджуваної стадії «проєкт» з повною експертизою. Така помилка виявляється вже під час подання документації та призводить до фактичного перероблення складу проєкту. Тому вибір стадійності має передувати початку проєктування і ґрунтуватися на класі наслідків, а не на бажанні скоротити строки.

3.4. Черги будівництва та пускові комплекси

Об'єкти водопостачання та водовідведення майже ніколи не будуються та не вводяться в експлуатацію миттєво й повністю. Натомість їх реалізують поетапно – чергами будівництва та пусковими комплексами. Це не формальна вимога, а відображення економічної та технологічної реальності: водоканал не може зупинити подачу води на час реконструкції, місто розвивається поступово, а інвестиції надходять траншами.

ДБН А.2.2-3 прямо передбачає можливість проєктування за чергами будівництва та виділення пускових комплексів. Затверджувана стадія розробляється зазвичай на об’єкт загалом, щоб забезпечити цілісність концепції, а робоча документація може розроблятися на окрему чергу. Для ГІПа це означає принципову вимогу: кожна черга має бути здатна функціонувати автономно. Не можна спроєктувати першу чергу очисних споруд так, щоб вона запрацювала лише після введення другої черги. Перша черга повинна забезпечувати очищення стоків у межах своєї потужності самостійно.

Принцип автономності черг проходить наскрізно через усі розділи проєкту, і саме ГІП відповідає за його дотримання. Технолог має забезпечити, щоб технологічна схема першої черги була замкненою. Інженер-електрик – щоб електропостачання першої черги не залежало від обладнання другої. Фахівець з автоматизації – щоб система управління першої черги працювала самостійно. Якщо хоча б один розділ порушує цей принцип, об’єкт не зможе бути введений в експлуатацію після завершення першої черги, і весь сенс поетапної реалізації втрачається.

Пусковий комплекс відрізняється від черги тим, що це мінімальний набір об’єктів і споруд, які забезпечують випуск продукції або надання послуги. У контексті водопостачання пусковий комплекс водозабору може включати частину свердловин, насосну станцію першого підйому, ділянку водоводу та резервуар – рівно стільки, скільки потрібно, щоб почати подавати воду споживачам. Розуміння різниці між чергою та пусковим комплексом дає змогу ГІПу гнучко планувати реалізацію складного об’єкта.

3.5. Завдання на проєктування як джерело всіх вимог

Якщо нормативна база є системою управління вимогами, то завдання на проєктування є документом, у якому ці вимоги вперше конкретизуються для певного об’єкта. Порядок розроблення проєктної документації, затверджений наказом Мінрегіону № 45, визначає завдання на проєктування як один із ключових елементів вихідних даних разом із містобудівними умовами й обмеженнями та технічними умовами на підключення до інженерних мереж.

Завдання на проєктування складається замовником або за його дорученням проєктувальником і затверджується замовником за погодженням із генпроєктувальником. Це не формальність: підпис під завданням означає, що замовник взяв на себе відповідальність за

сформульовані вимоги, а проєктувальник – за їх технічну реалізацію. Для об’єктів, що фінансуються з бюджету, завдання додатково погоджується з відповідними розпорядниками коштів.

Зміст завдання на проєктування визначається додатком до ДБН А.2.2-3 і включає десятки позицій: назву та місцезнаходження об’єкта, підставу для проєктування, вид будівництва, дані про замовника та проєктувальника, стадійність, вимоги до архітектурних, планувальних, технологічних та інженерних рішень, основні техніко-економічні показники, вимоги до черговості, до інженерного обладнання, до енергоефективності, до доступності для маломобільних груп населення, до науково-технічного супроводу, до електронної версії документації. Для ГІПа завдання є не просто формальним документом, а контрольним списком, за яким він перевіряє повноту вихідної інформації.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення завдання на проєктування має містити специфічні технологічні вихідні дані, без яких неможливо розпочати розрахунок технологічної частини (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Технологічні вихідні дані в завданні на проєктування об’єкта ВВ

Вихідний параметр	Навіщо потрібен	Наслідок відсутності
Розрахункова продуктивність, м³/добу	Визначає потужність усіх споруд і обладнання	Неможливо розрахувати технологічну частину
Якість джерела / характеристика стоків	Визначає технологічну схему очищення	Неможливо вибрати склад споруд
Вимоги до якості очищеної води / стоків	Визначає глибину очищення і ступені	Ризик невідповідності екологічним вимогам
Категорія надійності	Визначає резервування насосів і живлення	Неможливо обґрунтувати резерв
Розрахунковий період і перспектива	Визначає запас потужності	Об’єкт швидко стає недостатнім

До них належать розрахункова продуктивність об’єкта, виражена в кубічних метрах за добу; характеристика джерела водопостачання або приймача стічних вод; вимоги до якості води після очищення або до ступеня

очищення стоків перед скиданням; категорія надійності подачі води чи відведення стоків; перспектива розвитку, що визначає розрахунковий період. Якщо хоча б один із цих параметрів відсутній або сформульований нечітко, ГІП не має права запускати проєктування – він зобов'язаний повернути завдання замовнику на доопрацювання.

Практичне правило ГІПа: перш ніж видати перше завдання суміжнику, переконайтеся, що завдання на проєктування містить усі технологічні вихідні дані. Відсутність хоча б одного параметра з таблиці 3.2 робить подальшу роботу ризикованою: будь-яке рішення, прийняте «за припущенням», доведеться переробляти, коли замовник нарешті визначиться.

3.6. Марки розділів проєктної документації

Проєктна документація поділяється на розділи, кожен з яких позначається маркою – стандартизованим буквеним кодом, що відповідає певній спеціальності та типу рішень. Система марок є мовою, якою спілкуються учасники проєктування: коли ГІП каже «передай завдання в ОВ», усі розуміють, що йдеться про розділ опалення та вентиляції. Знання марок та їх змісту є базовою професійною грамотністю, без якої неможлива координація.

Для комплексного проєкту водопостачання та водовідведення характерний широкий набір марок (табл. 3.3), оскільки навіть відносно невеликий об'єкт на кшталт каналізаційної насосної станції поєднує технологічні, будівельні, електричні та інші рішення. Центральною маркою є технологічна частина – позначена ТХ. Саме вона визначає, що об'єкт робить: як вода забирається, очищується, перекачується та транспортується, як стоки збираються, очищуються та скидаються. Усі інші марки тією чи іншою мірою обслуговують технологічне рішення.

Архітектурно-будівельні рішення позначаються маркою АР. Вони визначають об'ємно-планувальну організацію будівель і споруд: розміри приміщень, розташування дверей і прорізів, оздоблення, евакуаційні шляхи. Для об'єктів ВВ архітектура є переважно утилітарною та підпорядкованою технології, але вона не менш важлива: саме архітектор забезпечує, щоб обладнання можна було змонтувати, обслуговувати та за потреби демонтувати, щоб персонал мав нормальні умови праці, щоб були дотримані вимоги пожежної безпеки до шляхів евакуації.

Таблиця 3.3

Основні марки розділів проєкту ВВ та зони відповідальності

Марка	Розділ	Що визначає для об’єкта ВВ
ТХ	Технологічна частина	Технологічна схема, обладнання, розрахункові витрати
АР	Архітектурно-будівельні рішення	Об’ємно-планувальні рішення будівель НС, ВОС, КНС
КЖ / КБ / КМ	Конструкції	Ємнісні споруди, фундаменти, перекриття, металоконструкції
ОВ	Опалення та вентиляція	Вентиляція КНС, хлораторних, машинних залів
ЕО / ЕП	Електротехнічна частина	Живлення насосів, категорія надійності
А	Автоматизація	АСУ ТП, диспетчеризація, аварійні режими
ГП	Генеральний план	Розміщення споруд, зони санітарної охорони
ПБ	Пожежна безпека	Категорії приміщень, шляхи евакуації, пожежогасіння
ІТЗ ЦЗ	Цивільний захист	Захисні споруди, стійкість в умовах НС
ПОБ	Організація будівництва	Послідовність і методи будівництва
ВОР	Відомість обсягів робіт	Кількісні показники для кошторису
КД	Кошторисна документація	Вартість будівництва
ОВНС / ОВД	Вплив на довкілля	Скиди, викиди, осади, санітарні зони

Конструктивні рішення поділяються на кілька марок залежно від матеріалу та типу конструкцій: КБ для бетонних, КЖ для залізобетонних, КМ для металевих конструкцій. Для водопостачання та водовідведення конструктивна частина має особливе значення, тому що ключові споруди – резервуари, відстійники, аеротенки, метантенки – є водонепроникними залізобетонними ємностями зі специфічними вимогами до тріщиностійкості

й антикорозійного захисту. Помилка в конструкції ємнісної споруди означає її протікання, тобто фактичну непрацездатність.

Інженерні системи представлені марками ОВ (опалення та вентиляція), ВК (внутрішні водопровід і каналізація будівель), ЕО або ЕП (електротехнічна частина, електропостачання), А (автоматизація). Для об'єктів ВВ марка ОВ часто є критичною з міркувань безпеки: у приміщеннях каналізаційних насосних станцій і решіток виділяється сірководень, у хлораторних – хлор, у спорудах обробки осадів – метан. Вентиляція тут є не питанням комфорту, а питанням життя та здоров'я персоналу та вибухопожежної безпеки.

Окремий блок утворюють марки, пов'язані з розміщенням об'єкта на місцевості та безпекою: ГП (генеральний план), ПБ (пожежна безпека), ІТЗ ЦЗ (інженерно-технічні заходи цивільного захисту). Завершують структуру організаційно-економічні розділи: ПОБ (проєкт організації будівництва), ВОР (відомість обсягів робіт), КД (кошторисна документація), а також ОВНС або ОВД (оцінка впливів на навколишнє середовище / оцінка впливу на довкілля). Кожна із цих марок розглядатиметься детально у відповідних розділах посібника, тут важливо лише сформувати цілісне уявлення про структуру проєкту.

3.7. Пояснювальна записка та її роль у кожному розділі

Пояснювальна записка є текстовою частиною кожного розділу проєкту та виконує функцію, яку неможливо передати самими лише кресленнями. Креслення показує, що запроєктовано; пояснювальна записка пояснює, чому прийнято саме таке рішення, на підставі яких розрахунків, з посиланням на які нормативні вимоги, з урахуванням яких вихідних даних. Для експертизи пояснювальна записка часто є важливішою за креслення, оскільки саме в ній міститься доказова частина – обґрунтування відповідності проєкту нормам.

Структура пояснювальної записки відрізняється залежно від марки розділу, але має спільну логіку. Вона починається із загальних відомостей і підстав для проєктування, переходить до опису вихідних даних, далі викладає прийняті рішення з їх обґрунтуванням, наводить необхідні розрахунки й завершується специфікаціями та переліками. Для технологічної частини пояснювальна записка містить опис технологічної схеми, розрахунки витрат і споруд, обґрунтування вибору обладнання. Для конструктивної частини – розрахункові схеми, навантаження,

обґрунтування конструктивних рішень. Для електротехнічної – розрахунок навантажень і обґрунтування категорії надійності.

Загальна пояснювальна записка проєкту інтегрує всі розділи. Вона є документом ГІПа в найбільш безпосередньому сенсі, оскільки саме вона демонструє цілісність технічного рішення. У загальній записці зводяться техніко-економічні показники, описуються основні рішення кожного розділу, наводяться відомості про відповідність нормам, про заходи з охорони праці та довкілля, про організацію будівництва. Якість загальної пояснювальної записки є показником якості координації: якщо вона написана як механічне склеювання фрагментів від різних виконавців, це означає, що проєкт не інтегрований по-справжньому.

Для майбутнього ГІПа важливо виробити звичку читати пояснювальні записки критично. Типова слабкість записок, складених недосвідченими виконавцями, – підміна обґрунтування описом. Фраза «прийнято відцентрові насоси» нічого не обґрунтовує; обґрунтуванням є пояснення, чому за даними витратами та напорами вибрано саме цей тип насоса, чому саме така кількість агрегатів, чому саме такий резерв. У параметричній системі нормування, розглянутій у другому розділі, цей перехід від опису до доведення є особливо важливим, оскільки норма вимагає не констатації, а підтвердження досягнення цільового параметра.

3.8. Взаємозалежності між розділами: технологічний ланцюг проєкту

Найскладніша й найважливіша частина роботи ГІПа полягає в керуванні залежностями між розділами. Розділи проєкту не є незалежними – вони утворюють ланцюг, у якому результат одного стає вихідними даними для іншого (рис. 3.2). Розуміння цього ланцюга дає можливість ГІПу правильно планувати послідовність робіт, видавати завдання своєчасно та передбачати наслідки змін.

Початковою ланкою ланцюга є завдання на проєктування, з якого технолог отримує вихідні дані для розрахунку технологічної частини. Технолог визначає технологічну схему, розраховує витрати, добирає основне обладнання, визначає його габарити, масу, режими роботи, тепло- та газовиділення, споживану потужність. Ці дані є фундаментом, на якому будуються всі інші розділи. Тому в проєктах водопостачання та водовідведення технологічна частина завжди є провідною, а її затримка або зміна каскадно впливає на весь проєкт.

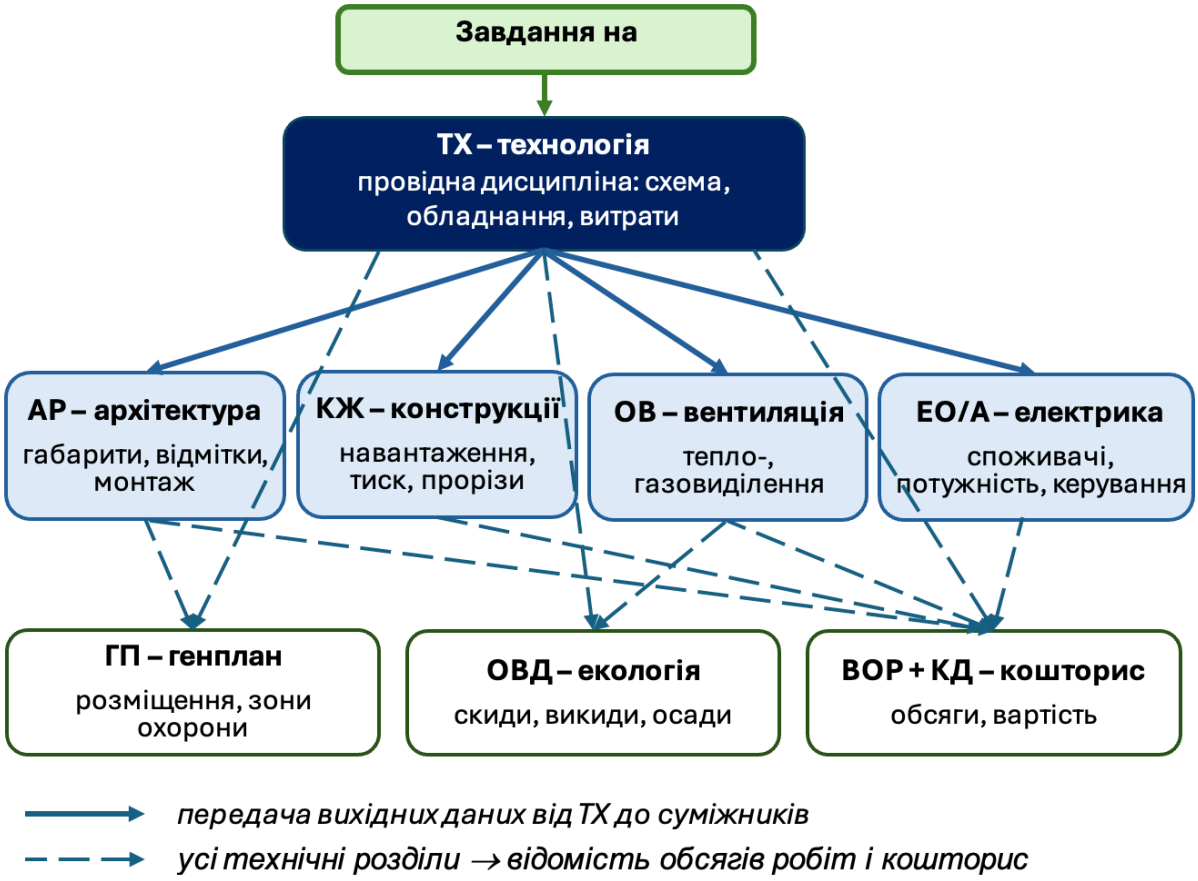


Рис. 3.2. Технологічний ланцюг залежностей між розділами проєкту ВВ

Від технолога до архітектора передаються габарити обладнання, вимоги до приміщень, відмітки розташування, монтажні вимоги. Архітектор формує об’ємно-планувальне рішення так, щоб обладнання можна було розмістити, змонтувати й обслуговувати. Від технолога й архітектора разом до конструктора передаються навантаження від обладнання, гідростатичний тиск у ємнісних спорудах, дані про агресивність середовища, розташування прорізів і отворів. Конструктор розраховує несучі конструкції, фундаменти, ємнісні споруди.

Паралельно технолог передає дані інженерам інженерних систем. Інженер опалення та вентиляції отримує дані про тепловиділення обладнання, про реагенти та їх можливі аварійні виділення, про вимоги до температурного режиму. Інженер-електрик отримує перелік споживачів електроенергії з їх потужністю та режимами роботи, а також категорію надійності електропостачання. Фахівець з автоматизації отримує перелік точок контролю та керування, алгоритми роботи, аварійні сценарії. Усі ці дані походять з технологічної частини, і саме тому її незавершеність блокує роботу всіх суміжників.

Завершальними ланками ланцюга є відомість обсягів робіт (ВОР) і кошторисна документація, які можуть бути сформовані лише після завершення всіх технічних розділів, та оцінка впливів на навколишнє середовище, яка потребує даних про скиди, викиди й утворення відходів. Розуміючи цей ланцюг, ГІП планує проєктування так, щоб критичні дані з'являлися вчасно, а зміни вносилися до того, як вони встигнуть каскадно вплинути на залежні розділи (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Передача даних між розділами проєкту ВВ

Від кого	Кому	Що передається
Завдання на проєктування	Технолог (ТХ)	Продуктивність, якість, надійність, перспектива
Технолог (ТХ)	Архітектор (АР)	Габарити обладнання, відмітки, монтажні вимоги
Технолог + архітектор	Конструктор (КЖ / КМ)	Навантаження, тиск, агресивність, прорізи
Технолог (ТХ)	Інженер ОВ	Тепловиділення, реагенти, аварійні виділення
Технолог (ТХ)	Електрик (ЕО)	Перелік споживачів, потужність, категорія надійності
Технолог (ТХ)	Автоматизація (А)	Точки контролю, алгоритми, аварійні сценарії
Технолог (ТХ)	Генплан (ГП)	Розміщення споруд, зони санітарної охорони
Усі технічні розділи	ВОР і кошторис	Обсяги робіт, специфікації обладнання
Технолог (ТХ)	ОВНС / ОВД	Скиди, викиди, відходи, санітарні зони

⚠ **Увага!** Найтиповіша та найдорожча організаційна помилка – запуск суміжних розділів до фіксації технологічної схеми. Якщо архітектор, конструктор та електрик починають роботу за попередніми, ще не затвердженими технологічними даними, то будь-яка зміна схеми чи обладнання змушує переробляти вже виконані розділи. Правило ГІПа: суміжні розділи запускаються лише після того, як технологічна схема та специфікація основного обладнання набули стабільного, погодженого стану.

3.9. Передача завдань суміжникам та їх оформлення

Передача завдань суміжникам є практичним механізмом, через який реалізується технологічний ланцюг залежностей. Завдання суміжнику – це формалізований документ, що містить вихідні дані, необхідні певному розділу для початку або продовження роботи. Якість і своєчасність цих завдань значною мірою визначають ритмічність проєктування.

Завдання суміжнику має містити чіткий перелік вихідних даних, форму їх подання, строк видачі та строк очікуваної відповіді. Наприклад, завдання технолога конструктору на фундамент під насосний агрегат має містити габарити агрегата, його масу, динамічні навантаження від обертових частин, точки кріплення, вимоги до точності встановлення, дані про можливі вібрації. Якщо хоча б один із цих параметрів відсутній, конструктор або зупиняє роботу, або приймає рішення за припущенням, що згодом може виявитися помилковим.

У класичному проєктуванні завдання суміжникам передавалися у вигляді паперових або електронних документів, креслень із позначеннями, листів. Контроль за їх виконанням здійснювався через журнали та координаційні наради. Цей механізм працює, але значною мірою залежить від особистої дисципліни та пам’яті учасників. У BIM-орієнтованому проєктуванні передача завдань частково формалізується через спільне середовище даних, де кожен елемент моделі має свого автора та статус, а зміни фіксуються автоматично. Однак навіть у цифровому процесі завдання суміжнику лишається важливим документом, оскільки модель показує геометрію, але не завжди передає вимоги, обґрунтування та контекст.

Згідно з Порядком розроблення проєктної документації, окремі вихідні дані надаються на певних етапах. Зокрема, вимоги до імпортного обладнання та креслення на обладнання індивідуального виготовлення надаються замовником проєктувальнику до початку розроблення робочої документації. ГІП повинен відстежувати ці моменти, оскільки відсутність даних про конкретне обладнання на стадії робочої документації унеможливлює коректне проєктування фундаментів, обв’язки, електричних підключень.

3.10. Стадійність і рівні інформаційної потреби у BIM

У BIM-орієнтованому проєктуванні традиційна стадійність доповнюється поняттям рівнів інформаційної потреби, або рівнів деталізації моделі. Це поняття відповідає на питання, наскільки детальною та

інформаційно насиченою має бути модель на кожному етапі. Надмірна деталізація на ранніх стадіях марнує ресурси, а недостатня деталізація на пізніх стадіях унеможливлює координацію та формування документації.

Рівні деталізації прийнято позначати кодом LOD із числовим значенням. Концептуальний рівень, що відповідає ескізним і техніко-економічним стадіям, передбачає узагальнене представлення елементів без точних розмірів. Рівень, що відповідає стадії «проєкт», передбачає елементи з конкретними розмірами, положенням і основними атрибутами. Координаційний рівень додає інформацію про зв'язки та взаємодію елементів між собою, що є необхідним для виявлення колізій. Рівень виготовлення передбачає деталі, достатні для виробництва та монтажу, а рівень виконавчої документації відображає об'єкт у тому вигляді, у якому він збудований.

Для об'єктів водопостачання та водовідведення правильне керування рівнями деталізації є особливо важливим через нерівномірність вимог до різних елементів. Армування ємнісної залізобетонної споруди потребує високого рівня деталізації, оскільки помилка тут означає протікання. Водночас допоміжні елементи – огорожі, майданчики обслуговування – можуть лишатися на нижчому рівні. Завдання ГІПа полягає в тому, щоб задати цільовий рівень деталізації для кожного елемента й уникнути як надмірної, так і недостатньої деталізації. Це закріплюється в плані реалізації BIM, який детально розглядатиметься в окремому розділі посібника.

Узгодження нормативної стадії та цифрової зрілості моделі (табл. 3.5) є однією з нових компетентностей ГІПа, якої не існувало в класичному проєктуванні. Раніше склад документації визначався лише стадією. Тепер ГІП має одночасно стежити за тим, щоб стадія відповідала вимогам ДБН А.2.2-3, а рівень деталізації моделі відповідав потребам цієї стадії та вимогам замовника, викладеним у завданні на проєктування та у вимогах до інформації.

3.11. Контроль комплектності та готовності документації

Завершальним етапом роботи ГІПа зі складом документації є контроль комплектності та готовності проєкту до подання на експертизу або до передачі на будівництво. Цей контроль є багаторівневим і не зводиться до перевірки наявності всіх розділів. ГІП перевіряє, що кожен розділ повний за змістом, що розділи взаємно узгоджені, що специфікації відповідають

кресленням, що відомості обсягів робіт відповідають проєктним рішенням, а кошторис – відомостям обсягів робіт.

Таблиця 3.5

Узгодження стадійності проєктування з рівнями деталізації BIM-моделі

Стадія	Рівень деталізації	Характер моделі
ТЕО / ТЕР / ЕП	Концептуальний	Узагальнені об’єми та системи без точних розмірів
Проєкт (П)	Проєктний	Елементи з конкретними розмірами й атрибутами
Робоча документація (Р)	Координаційний	Інформація про зв’язки елементів для координації
Виготовлення / монтаж	Виробничий	Деталі для виготовлення та складання
Виконавча документація	Як збудовано	Модель об’єкта в реальному стані

У класичному проєктуванні цей контроль виконувався переважно вручну та вимагав значного досвіду. ГІП читав креслення різних розділів, зіставляв відмітки, перевіряв, чи не суперечать рішення одне одному, чи всі прорізи в конструкціях відповідають технологічним трубопроводам, чи всі споживачі електроенергії враховані в електричній частині. Така перевірка була трудомісткою та залежала від уважності та кваліфікації конкретної людини.

У BIM-орієнтованому проєктуванні значна частина контролю комплектності й узгодженості автоматизується. Колізії між трубопроводами та конструкціями виявляються автоматично в середовищі координації. Невідповідності відміток, дублювання елементів, відсутність зв’язків стають видимими. Специфікації формуються безпосередньо з моделі, що зменшує ризик розбіжності між кресленнями та переліками. Проте автоматизація не скасовує відповідальності ГІПа: вона лише переносить його увагу з рутинного пошуку помилок на змістовний аналіз технічних рішень.

Особливої уваги потребує зв’язок між технічними розділами та кошторисом. Для об’єктів водопостачання та водовідведення значна частина вартості припадає на технологічне обладнання, трубопроводи, ємнісні споруди й земляні роботи. Якщо відомість обсягів робіт сформована неповно або з дублюванням, кошторис не відображатиме реальну вартість об’єкта. ГІП повинен забезпечити простежуваність ланцюга «проєктне рішення – обсяг роботи – кошторисна позиція», щоб кожна вартісна складова мала своє технічне обґрунтування.

3.12. Типові помилки ГІПа у формуванні складу документації

Досвід показує, що помилки у формуванні складу документації є системними та повторюваними. Їх знання дає змогу молодому ГІПу свідомо уникати найбільш поширених проблем (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Типові помилки у формуванні складу документації та способи їх попередження

Помилка	Наслідок	Як попередити
Неправильний вибір стадійності	Перероблення складу проєкту на експертизі	Визначати стадію за класом наслідків до старту
Порушення автономності черг	Неможливість поетапного введення	Перевіряти самостійність кожної черги в усіх розділах
Старт за неповними даними	Рішення за припущенням, переробки	Не починати без повного завдання на проєктування
Пізній запуск ОВНС / ОВД	Перегляд технічних рішень	Запускати екологічний розділ паралельно з технічними
Розрив технічних розділів і кошторису	Недостовірна вартість	Забезпечувати простежуваність «рішення — обсяг — кошторис»
Відсутність контролю версій даних	Неузгодженість розділів	Вести реєстр вихідних даних, використовувати CDE

Перша типова помилка вже згадувалася – неправильний вибір стадійності, коли для об’єкта з високим класом наслідків вибирається спрощена одностадійна схема. Така помилка виявляється на експертизі та коштує дорого, оскільки потребує фактичного перероблення складу проєкту.

Друга типова помилка – порушення принципу автономності черг будівництва. Коли проєкт розбивається на черги формально, без забезпечення самостійної працездатності кожної черги, об’єкт неможливо ввести в експлуатацію поетапно. Це особливо болісно для об’єктів водопостачання та водовідведення, де поетапне введення є нормою, а не винятком.

Третя помилка – запуск проєктування за неповними вихідними даними. Коли завдання на проєктування не містить усіх технологічних параметрів, а ГІП усе ж починає роботу, сподіваючись отримати дані пізніше, накопичуються рішення, прийняті за припущенням. Коли реальні дані нарешті надходять, частину роботи доводиться переробляти. Дисциплінований ГІП не починає проєктування, доки завдання не повне.

Четверта помилка – несвоєчасний запуск розділу оцінки впливів на навколишнє середовище. Коли ОВНС або ОВД починають розробляти наприкінці, коли всі технічні рішення вже зафіксовані, може виявитися, що деякі рішення не відповідають екологічним вимогам, і їх доведеться переглядати. Правильна практика – запускати екологічний розділ паралельно з технічними, щоб екологічні обмеження враховувалися від початку.

П’ята помилка – розрив між технічними розділами та кошторисом. Коли відомість обсягів робіт формується поспіхом, без ретельного зіставлення з проєктними рішеннями, кошторис стає недостовірним. Для об’єктів ВВ це особливо небезпечно через високу частку вартості технологічного обладнання та трубопроводів.

Шоста помилка — відсутність контролю версій вихідних даних, коли різні розділи працюють з різними версіями топографічної зйомки, відміток чи характеристик обладнання, що неминуче призводить до неузгодженості.

Висновки

Склад і зміст проєктної документації є основним інструментом, через який ГІП реалізує свою інтегруючу функцію. Розуміння складу документації означає не запам’ятовування переліку марок, а здатність бачити проєкт як цілісну інформаційну структуру з власною логікою стадійності, залежностей і контролю.

ДБН А.2.2-3:2014 є базовим документом, що визначає стадійність, склад розділів і вимоги до їх змісту. Вибір стадійності прямо залежить від класу наслідків об’єкта та має передувати початку проєктування. Завдання

на проєктування є джерелом усіх вимог і повинно містити повний набір технологічних вихідних даних, без яких проєктування об’єкта водопостачання чи водовідведення не може бути розпочате.

Розділи проєкту утворюють технологічний ланцюг залежностей, у якому технологічна частина є провідною, а всі інші розділи живляться її даними. Керування цим ланцюгом через своєчасну та повну передачу завдань суміжникам є щоденною роботою ГІПа. У BIM-орієнтованому проєктуванні традиційна стадійність доповнюється рівнями інформаційної потреби, що вимагає від ГІПа узгодження нормативної стадії з цифровою зрілістю моделі.

Контроль комплектності та готовності документації завершує цикл роботи зі складом проєкту. Знання типових помилок, як-от неправильна стадійність, порушення автономності черг, старт за неповними даними, пізній запуск екологічного розділу, розрив між технічними розділами та кошторисом, дає змогу молодому ГІПу свідомо їх уникати. Наступні розділи посібника застосують цю загальну логіку складу документації до конкретних частин проєкту, починаючи з технологічної частини систем водопостачання.

Запитання для самоконтролю

1. Чому проєктну документацію слід розглядати як керовану інформаційну структуру, а не як комплект креслень?
2. Яку роль відіграє ДБН А.2.2-3:2014 і чим він відрізняється від профільних технічних норм?
3. Які стадії проєктування існують і за яким принципом вибирається стадійність для об’єктів ВВ?
4. Що таке черги будівництва та пускові комплекси і чому важлива автономність кожної черги?
5. Які технологічні вихідні дані обов’язково має містити завдання на проєктування об’єкта ВВ?
6. Назвіть основні марки розділів проєкту ВВ і поясніть зону відповідальності кожної.
7. Яку функцію виконує пояснювальна записка і чим обґрунтування відрізняється від опису?
8. Опишіть технологічний ланцюг залежностей між розділами проєкту ВВ.
9. Чому технологічна частина є провідною і які наслідки має її затримка?

10. Як співвідносяться стадії проєктування та рівні деталізації моделі в BIM?
11. Які типові помилки допускає ГІП під час формування складу документації і як їх попередити?

Практичне завдання

Для умовного об’єкта – каналізаційної насосної станції середньої потужності або водоочисної станції – складіть карту складу проєктної документації. У карті потрібно: визначити обґрунтований клас наслідків і відповідну стадійність; навести перелік марок розділів, що входять до проєкту; для кожного розділу зазначити основні вихідні дані, які він отримує, і результати, які видає; побудувати схему залежностей між розділами із зазначенням, який розділ є провідним. Окремо опишіть, які три перші завдання суміжникам ви як ГІП видали б після затвердження технологічної схеми і які вихідні дані кожне із цих завдань має містити.

Література

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво». Зі Змінами № 1, № 2 та Поправкою до Зміни № 2.

Порядок розроблення проєктної документації на будівництво об’єктів : затверджений наказом Мінрегіону від 16.05.2011 № 45, зареєстрований у Мін’юсті 01.06.2011 за № 651/19389.

ДБН В.1.2-14 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».

ДСТУ 8855 «Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)».

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

ДСТУ ISO 19650 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням. Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання».

Тема 4. Технологічна частина проєкту: системи водопостачання

Попередній розділ показав, що технологічна частина є провідною дисципліною комплексного проєкту: усі інші розділи живляться її даними, а її затримка або зміна каскадно впливає на весь проєкт. Цей розділ розкриває технологічну частину для систем водопостачання – від визначення розрахункових витрат до проєктування водозаборів, насосних станцій, водоводів, мереж, резервуарів і водоочисних споруд. Виклад побудовано так, щоб майбутній головний інженер проєкту бачив не лише окремі формули та вимоги, а логіку, що пов’язує їх у єдиний технологічний ланцюг, і розумів, що саме він має перевіряти в роботі технолога.

Технологічна частина систем водопостачання регулюється насамперед ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування» (зі Зміною № 1). Цей документ є чинним і залишатиметься основою проєктування до набрання чинності новою редакцією. Водночас підготовлено проєкт нової редакції – ДБН В.2.5-74:202Х – і серію пов’язаних з ним ДСТУ-настанов, які реалізують параметричний підхід, описаний у другому розділі. Там, де нові документи вносять принципові зміни в логіку проєктування, це окремо позначається; проте основою викладу лишається чинна норма.

4.1. Логіка технологічного проєктування системи водопостачання

Перш ніж переходити до окремих споруд, важливо зрозуміти загальну логіку, що організовує всю технологічну частину. Система водопостачання – це єдиний гідравлічний і технологічний організм, у якому вода послідовно проходить шлях від джерела до споживача (рис. 4.1). Кожна ланка цього шляху розраховується не сама по собі, а у зв’язку з усіма іншими, і саме цей зв’язок є предметом особливої уваги ГІПа.

Шлях води починається з джерела – поверхневого або підземного, – звідки вона забирається водозабірними спорудами. Далі насосна станція першого підйому подає воду на водоочисну станцію, де вона доводиться до питної якості. Після очищення вода накопичується в резервуарах чистої води, звідки насосна станція другого підйому подає її у водоводи та розподільну мережу до споживачів. На кожному етапі вода змінює свій стан, тиск і витрату, і завдання технолога – забезпечити, щоб кожна ланка відповідала розрахунковим параметрам наступної.



Вода послідовно проходить шлях від джерела до споживача; кожна ланка розраховується у зв'язку з наступною

Рис. 4.1. Принципова схема системи водопостачання: від джерела до споживача

Принциповим є те, що розрахунок системи ведеться не в напрямку руху води, а у зворотному напрямку – від споживача до джерела. Спочатку визначають, скільки води та під яким тиском потрібно споживачам, потім – якою має бути продуктивність і напір насосної станції другого підйому, далі – який об'єм мають акумулювати резервуари, яку продуктивність повинна мати водоочисна станція, і нарешті – скільки води треба забирати з джерела. Ця зворотна логіка є ключем до розуміння всієї технологічної частини, і молодий ГІП повинен засвоїти її насамперед.

Розрахунки на кожному етапі виконуються для кількох характерних режимів роботи системи, оскільки споживання води нерівномірне в часі. Система повинна впоратися з максимальним добовим споживанням, з максимальним годинним споживанням, із споживанням під час пожежі, а також працювати в економному режимі за мінімального споживання. Різні споруди розраховуються на різні режими: водозабір і водоочисна станція – на максимальну добу, насосна станція другого підйому та мережа – на максимальну годину з урахуванням пожежі, резервуари акумулюють різницю між рівномірною подачею та нерівномірним споживанням. Нерозуміння того, який режим є визначальним для якої споруди, є джерелом грубих помилок у технологічних розрахунках.

Примітка. Ключова ідея для ГІПа: система водопостачання розраховується у зворотному напрямку – від потреб споживача до джерела, і кожна споруда має свій визначальний режим роботи. Перевіряючи розрахунок технолога, насамперед перевіряйте, чи правильно вибрано визначальний режим для кожної ланки.

4.2. Визначення розрахункових витрат води

Розрахункові витрати води є відправною точкою всієї технологічної частини. Помилка у визначенні витрат означає, що всі споруди буде розраховано на неправильну продуктивність – або з надлишковим запасом, що марнує кошти, або з дефіцитом, що робить систему непрацездатною. Тому ГІП приділяє перевірці розрахунку витрат особливу увагу, навіть якщо безпосередньо його виконує технолог.

Основою розрахунку є *питома норма водоспоживання* – кількість води в літрах на одного жителя за добу. ДБН В.2.5-74:2013 наводить значення цієї норми залежно від ступеня благоустрою житлової забудови (табл. 4.1). Для забудови, обладнаної внутрішнім водопроводом і каналізацією, але без ванн, норма становить орієнтовно від 100 л/добу до 135 л/добу. Для забудови з ваннами та місцевими водонагрівачами вона зростає до діапазону від 150 л/добу до 230 л/добу, а для забудови із централізованим гарячим водопостачанням – до діапазону від 230 л/добу до 285 л/добу. Для забудови, що користується водорозбірними колонками, норма становить лише від 25 л/добу до 60 л/добу. Вибір конкретного значення в межах діапазону залежить від кліматичного району, поверховості забудови та місцевих умов.

Таблиця 4.1

Питома норма водоспоживання залежно від ступеня благоустрою (за ДБН В.2.5-74:2013)

Ступінь благоустрою житлової забудови	Норма, л/добу на жителя
Водорозбірні колонки (без внутрішнього водопроводу)	25–60
Внутрішній водопровід і каналізація без ванн	100–135
З ваннами та місцевими водонагрівачами	150–230
Із централізованим гарячим водопостачанням	230–285

Середньодобове споживання обчислюється як добуток питомої норми на розрахункову чисельність жителів. Однак середньодобове значення є лише базою для подальших розрахунків, оскільки реальне споживання коливається. У добу найбільшого споживання витрата зростає порівняно із середньою; це враховується *коефіцієнтом добової нерівномірності*, зазвичай у діапазоні від 1,1 до 1,3. У добу найменшого споживання витрата

падає; відповідний коефіцієнт становить від 0,7 до 0,9. Ці коефіцієнти відображають реальну поведінку споживачів: у спекотні літні дні споживання зростає, у вихідні чи холодну пору – падає.

Усередині доби споживання теж нерівномірне – уранці та ввечері воно зростає, вночі майже припиняється. Це враховується *коефіцієнтом годинної нерівномірності*, який є добутком двох складових. Перша складова відображає ступінь благоустрою та режим роботи підприємств, друга залежить від чисельності жителів: чим більше населення, тим рівномірніше сумарне споживання, оскільки індивідуальні піки окремих споживачів усереднюються. Для великих міст коефіцієнт годинної нерівномірності наближається до одиниці, для малих населених пунктів він значно вищий. Це має пряму інженерну логіку: у селі з кількома сотнями жителів ранковий пік споживання різкий, оскільки всі прокидаються приблизно водночас, а у великому місті піки розмиваються.

Окремо враховуються витрати, що не пов’язані безпосередньо з населенням: споживання на промислових, аграрно-промислових і складських підприємствах, витрати на благоустрій територій – поливання вулиць і зелених насаджень, а також витрати на пожежогасіння. Для підприємств коефіцієнт годинної нерівномірності споживання питної води залежить від характеру виробництва: для виробництв зі значним тепловиділенням він нижчий, для інших – вищий. У розрахункове водоспоживання включають також технологічні витрати самої системи – воду на промивання фільтрів на водоочисній станції, на власні потреби споруд – і унормовані втрати в спорудах і мережах.

Розуміння цього ланцюга – від норми через середньодобове споживання до максимальної доби та максимальної години плюс пожежа – дає змогу ГІПу швидко оцінювати правильність розрахунку (табл. 4.2). Якщо технолог визначив максимальну годинну витрату, не врахувавши пожежних потреб для мережі, або застосував коефіцієнт нерівномірності, що не відповідає чисельності населення, це видно одразу. Типовими помилками є заниження коефіцієнта годинної нерівномірності для малих населених пунктів, ігнорування витрат на власні потреби водоочисної станції та неврахування перспективного розвитку, через що об’єкт швидко стає недостатнім.

Таблиця 4.2

Зв’язок характерних режимів споживання з розрахунком окремих споруд

Режим	Коефіцієнт	Яка споруда розраховується на цей режим
Середньодобовий	1,0 (база)	Базове значення для всіх подальших розрахунків
Максимальна доба	$K_{\text{доб.}max} = 1{,}1 - 1{,}3$	Водозабір, водоочисна станція
Максимальна година	$K_{\text{год.}max} = \alpha \cdot \beta$	НС другого підйому, водоводи, мережа
Максимальна година + пожежа	додатково $Q_{\text{пож}}$	Перевірка мережі та насосів у пожежному режимі
Мінімальне споживання	$K_{\text{доб.}min} = 0{,}7 - 0{,}9$	Перевірка мережі на застій, мінімальні швидкості

4.3. Джерела водопостачання та водозабірні споруди

Вибір джерела водопостачання є стратегічним рішенням, що визначає всю подальшу технологічну схему. Джерела поділяються на поверхневі (річки, водосховища, озера) і підземні (водоносні горизонти різної глибини та захищеності). Підземні води, особливо із захищених горизонтів, зазвичай мають вищу та стабільнішу якість і потребують меншого очищення, тому ДБН віддає їм перевагу для питного водопостачання, де це можливо за дебітом. Поверхневі джерела мають більший дебіт, але потребують повноцінної водопідготовки та чутливіші до сезонних і техногенних змін якості.

Тип водозабірної споруди для поверхневого джерела вибирається залежно від характеристик джерела: коливання рівнів води, наявності льодових і шугових явищ, кількості наносів, потреби в рибозахисті. Береговий водозабір розміщують безпосередньо на березі, коли глибина біля берега достатня та береги стійкі. Русловий водозабір застосовують, коли потрібна глибина досягається лише на віддалі від берега; у цьому випадку водоприймач виноситься в русло, а вода надходить до берегового колодязя самопливними трубами. Ковшовий водозабір створює штучну затоку – ківш, – що захищає водоприймач від шуги та наносів і використовується в складних льодових умовах. Вибір типу водозабору технолог обґрунтовує в

пояснювальній записці, а ГІП перевіряє відповідність цього вибору реальним умовам джерела.

Для підземних джерел водозабірними спорудами є переважно свердловини, рідше – шахтні колодязі, горизонтальні водозабори чи каптажі джерел. Проєкт свердловинного водозабору визначає кількість і розташування свердловин, спосіб буріння, конструкцію свердловини, глибину, діаметр експлуатаційної колони, тип водоприймальної частини та водопідйомного обладнання. Важливою вимогою є резервування: для водозаборів із невеликою кількістю робочих свердловин передбачається одна резервна, а за більшої кількості – резерв близько десяти відсотків від числа робочих свердловин із можливістю збільшення залежно від гідрогеологічних умов. Резервування забезпечує безперебійність подачі під час ремонту чи відмови окремих свердловин.

Особливе місце в проєктуванні водозаборів посідають *зони санітарної охорони* – територія навколо джерела та водозабірних споруд, на якій встановлюється спеціальний режим для запобігання забрудненню води. Зона санітарної охорони складається з трьох поясів. Перший пояс (пояс суворого режиму) охоплює безпосередньо територію водозабірних споруд і майданчик водопровідних споруд; на ньому забороняється будь-яка діяльність, не пов’язана з водопостачанням, територія огороджується, озеленюється та перебуває під охороною. Другий пояс (пояс обмежень) захищає джерело від мікробного забруднення. Третій пояс (пояс спостережень) захищає від хімічного забруднення.

Розміри поясів зон санітарної охорони регламентовані (табл. 4.3). Для підземних джерел межа першого поясу встановлюється на відстані щонайменше тридцять метрів від водозабірної споруди для захищених водоносних горизонтів і щонайменше п’ятдесят метрів для недостатньо захищених. У сприятливих гідрогеологічних умовах ці розміри можуть бути зменшені, але не менш ніж до п’ятнадцяти та двадцяти п’яти метрів відповідно. Для поверхневих джерел межа першого поясу встановлюється не ближче ніж сто метрів від водозабору. Межа третього поясу визначається розрахунком так, щоб час руху можливого хімічного забруднення до водозабору перевищував термін експлуатації водозабору, але становив не менше ніж двадцять п’ять років. Ці вимоги мають прямий вплив на генеральний план об’єкта та на землевідведення, тому ГІП забезпечує, щоб зони санітарної охорони були враховані не лише технологом, а й генпланістом, екологом і архітектором.

Таблиця 4.3

Розміри першого поясу зони санітарної охорони (за ДБН В.2.5-74:2013)

Тип джерела / горизонту	Межа першого поясу
Підземні, захищений водоносний горизонт	не менше ніж 30 м
Підземні, недостатньо захищений горизонт	не менше ніж 50 м
Підземні, у сприятливих умовах (зменшено)	не менше ніж 15/25 м відповідно
Поверхневі джерела	не менше ніж 100 м від водозабору

Зв’язок із суміжними розділами: зони санітарної охорони – приклад вимоги, що пронизує кілька розділів. Технолог визначає їх розміри, генпланіст відображає на генеральному плані, еколог обґрунтовує в розділі впливу на довкілля, а замовник вирішує питання землевідведення. ГІП відповідає за те, щоб ця вимога не залишилася замкненою в технологічному розділі.

4.4. Насосні станції систем водопостачання

Насосні станції є енергетичним серцем системи водопостачання – саме вони надають воді енергію, необхідну для її руху від джерела до споживача та для забезпечення потрібного тиску. Залежно від місця в технологічній схемі розрізняють насосні станції першого підйому, що подають воду від джерела на очисні споруди, насосні станції другого підйому, що подають очищену воду в мережу, а також підвищувальні станції, що підтримують тиск у віддалених або високих частинах системи.

Центральним поняттям проєктування насосної станції є категорія надійності її дії. ДБН В.2.5-74 поділяє насосні станції на три категорії залежно від допустимості та тривалості перерви в подачі води. Станції першої категорії не допускають перерви в подачі; станції другої категорії допускають короткочасну перерву на час увімкнення резервного обладнання; станції третьої категорії допускають перерву на час ремонту, але не більше за визначений термін. Категорія надійності станції визначає вимоги до резервування насосів і до надійності електропостачання, причому категорія надійності електропостачання за правилами улаштування електроустановок має відповідати категорії станції. Це прямий зв’язок між

технологічною та електротехнічною частинами, який ГІП повинен відстежувати.

Кількість резервних насосних агрегатів визначається за нормативними таблицями залежно від кількості робочих агрегатів і категорії станції. Логіка резервування проста: що вища категорія надійності та що більше робочих агрегатів, то більший потрібен резерв. При цьому пожежні насоси включаються до загальної кількості, а кількість робочих агрегатів однієї групи, окрім пожежних, зазвичай має бути не менше двох – це забезпечує можливість обслуговування одного агрегату без зупинки станції. Для станцій нижчих категорій за певних умов допускається встановлення одного робочого агрегату.

Особливої уваги потребує забезпечення надійності станцій першої категорії в умовах можливих перебоїв електропостачання. Якщо станція не може бути забезпечена живленням від двох незалежних джерел, ДБН допускає встановлення резервних агрегатів з двигунами внутрішнього згоряння із запасом палива щонайменше на три доби, а також використання автономних джерел живлення. Ця вимога набула особливої актуальності в умовах воєнного часу, коли стабільність централізованого електропостачання не є гарантованою. ГІП, що проєктує насосну станцію критичного значення, повинен закладати автономність живлення як базову, а не додаткову вимогу.

Проєктування насосної станції передбачає не лише підбір агрегатів, а й компонування машинного залу, розрахунок всмоктувальних і напірних трубопроводів, забезпечення монтажних і ремонтних умов. Технолог визначає габарити та масу агрегатів, що передається конструктору для розрахунку фундаментів, архітектору – для компонування залу, електрику – для проєктування живлення. Передбачаються також побутові приміщення для персоналу; за певних умов, коли станція розташована поблизу інших виробничих будівель із санітарними вузлами, окремий санвузол можна не передбачати, а над водозабірними свердловинами він не передбачається взагалі. Ці деталі ілюструють, наскільки тісно технологічне рішення пов’язане з архітектурним і санітарним.

⚠ **Увага!** В умовах воєнного часу автономність електропостачання насосних станцій критичного значення перестала бути додатковою опцією. ГІП, що проєктує водозабірну чи підвищувальну станцію для системи водопостачання міста, повинен від початку закладати резервне

живлення із запасом палива щонайменше на три доби та передбачати можливість роботи від автономних джерел.

4.5. Підбір насосів за робочою точкою

Підбір насосного агрегату є одним із найхарактерніших технологічних розрахунків, який добре ілюструє, що саме перевіряє ГІП. Насос підбирається не за окремими цифрами витрати та напору, а за робочою точкою – точкою перетину характеристики насоса із характеристикою трубопровідної системи (рис. 4.2). Розуміння цього принципу відрізняє інженера, що мислить системно, від виконавця, що механічно добирає обладнання за каталогом.

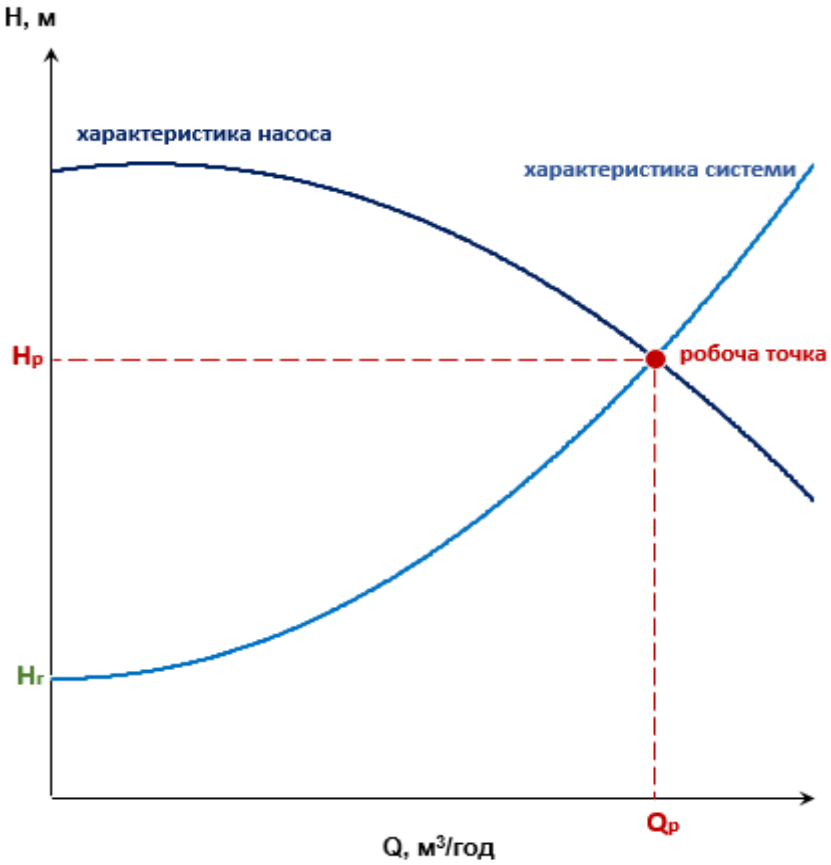


Рис. 4.2. Підбір насоса за робочою точкою:
перетин характеристики насоса та характеристики системи

Розрахунковий напір насосної станції складається з трьох частин. Перша – геодезична висота підйому, тобто різниця відміток між рівнем води у джерелі чи резервуарі та рівнем у точці призначення. Друга – сума втрат напору в трубопроводах, що включає втрати на тертя по довжині та місцеві втрати в арматурі, поворотах, звуженнях. Третя – вільний залишковий напір,

який має бути забезпечений у диктуючій точці системи, тобто в найбільш несприятливо розташованого місця споживання. Сума цих трьох складових і є напором, який насос повинен забезпечити за розрахункової витрати.

Характеристика насоса – це залежність напору, який він створює, від витрати, яку він подає; зі збільшенням витрати напір падає. Характеристика трубопровідної системи – це залежність необхідного напору від витрати; зі збільшенням витрати потрібний напір зростає, оскільки ростуть втрати. Точка, де ці дві криві перетинаються, і є робочою точкою – режимом, у якому насос фактично працюватиме в цій системі. Завдання технолога – підібрати насос так, щоб його робоча точка відповідала розрахунковим витраті та напору та при цьому потрапляла в зону високого коефіцієнта корисної дії.

Саме контроль коефіцієнта корисної дії в робочій точці є тонким місцем, яке ГІП перевіряє особливо уважно. Насос, підібраний лише за номінальними витратою та напором, може фактично працювати в зоні низького ККД, що означає перевитрату електроенергії протягом усього терміну експлуатації. За сучасного підходу перевагу віддають насосам, оснащеним частотно-регульованим приводом, який дає можливість змінювати швидкість обертання та тим самим адаптувати характеристику насоса до фактичної потреби. Це економить енергію та забезпечує плавний пуск і зупинку агрегату, що зменшує ризик гідравлічного удару. Частотне регулювання поки прямо не закріплене в чинній українській нормі як обов’язкове, але є визнаною світовою практикою, яку доцільно застосовувати.

4.6. Водоводи та розподільні мережі

Водоводи та розподільні мережі є кровоносною системою водопостачання. Водоводи транспортують воду від джерела чи насосної станції до населеного пункту, розподільні мережі доставляють її безпосередньо споживачам. За призначенням мережі поділяють на магістральні, у тому числі регіонального значення, розподільні та внутрішньоквартальні. Проєктування мереж є гідравлічною задачею: потрібно підібрати діаметри трубопроводів так, щоб за розрахункових витрат забезпечувався потрібний тиск у всіх точках системи за прийнятних швидкостей руху води та допустимих втрат напору.

Швидкість руху води в трубопроводах є компромісним параметром. Занадто низька швидкість призводить до застою води, погіршення її якості та осідання завислих часток; занадто висока – до надмірних втрат напору,

підвищеного ризику гідравлічного удару та прискореного зношування труб. Тому швидкості вибирають у певних межах: для магістральних водоводів вони вищі, для розподільної мережі – помірні, а мінімальна швидкість обмежується знизу для запобігання застою (табл. 4.4). Максимальна швидкість обмежується зверху для захисту від гідравлічного удару й абразивного зношування. Підбираючи діаметри, технолог фактично балансує між вартістю труб – більший діаметр дорожчий – і вартістю енергії на перекачування – менший діаметр дає більші втрати напору та потребує більшого напору насосів.

Таблиця 4.4

Логіка вибору швидкостей руху води в трубопроводах

Тип трубопроводу	Характер обмеження	Інженерна логіка
Магістральні водоводи	Вищі швидкості	Транспорт великих обсягів на відстань
Розподільна мережа	Помірні швидкості	Баланс втрат напору та вартості труб
Мінімальна межа	Знизу обмежена	Запобігання застою та погіршенню якості
Максимальна межа	Зверху обмежена	Захист від гідроудару та зношування

Надійність мережі забезпечується насамперед її кільцюванням. Кільцева схема, на відміну від тупикової, дає можливість подавати воду до будь-якого споживача двома шляхами, тому пошкодження однієї ділянки не позбавляє води решту мережі. Для систем підвищеної надійності кільцювання є обов’язковим. Кількість ниток водоводів обґрунтовується техніко-економічно з урахуванням можливості забезпечити подачу води під час аварії на одній нитці; для відповідальних систем передбачають можливість пропуску повної або частково зниженої розрахункової витрати навіть у разі виходу з ладу однієї нитки.

Окремою важливою вимогою є захист від гідравлічного удару – значного підвищення тиску, що виникає за різкої зміни швидкості руху води, наприклад у разі раптової зупинки насосів чи закриття засувки. Гідравлічний удар здатний зруйнувати трубопровід, тому для його запобігання застосовують плавний пуск і зупинку насосів за допомогою частотного регулювання, встановлюють захисні клапани, повітряні ковпаки, протиударні пристрої. Перевірка системи на гідравлічний удар є

обов’язковою частиною розрахунку напірних трубопроводів, і ГІП стежить за її наявністю в проєкті.

Мережі водопостачання обладнуються пожежними гідрантами, розташування яких суворо регламентоване. Згідно з ДБН В.2.5-74:2013, пожежні гідранти слід передбачати вздовж вулиць і автомобільних доріг на відстані не більше ніж два з половиною метри від краю проїзної частини до осі гідранта, але не ближче ніж п’ять метрів від стін будівель до осі гідранта. Встановлення гідранта на відгалуженні не допускається. Відстань між пожежними гідрантами згідно з ДБН В.2.5-74:2013 становить до 100–150 м. Точне значення залежить від місцевості: для міст це зазвичай максимум 150 м, для кварталів – 120 м, а на промислових об’єктах може скорочуватися до 100 м. Тривалість гасіння пожежі для розрахунку об’ємів становить зазвичай три години, а для окремих категорій будівель з негорючими конструкціями може зменшуватися до двох годин. Ці вимоги пов’язують технологічну частину з протипожежним розділом проєкту.

4.7. Матеріали трубопроводів

Вибір матеріалу трубопроводів істотно впливає на надійність, довговічність і вартість системи, тому ГІП повинен розуміти переваги й обмеження основних матеріалів. Сучасна практика водопостачання надає перевагу полімерним трубам, насамперед поліетиленовим, для більшості нових мереж. Поліетиленові труби стійкі до корозії, мають гладку внутрішню поверхню, що зменшує втрати напору, з’єднуються зварюванням, що забезпечує герметичність, і є гнучкими, що спрощує укладання. Вони випускаються з різними класами тиску, що дає змогу підбирати трубу під конкретні гідравлічні умови.

Сталеві труби з антикорозійним захистом застосовують переважно для водоводів великого діаметра та для ділянок, де труба зазнає значних зовнішніх навантажень – від ґрунту, транспорту, в умовах переходів через перешкоди. Сталь має високу міцність, але вразлива до корозії, тому обов’язковим є захисне покриття – як зовнішнє, так і внутрішнє. Чавунні труби, зокрема з високоміцного чавуну, поєднують корозійну стійкість із міцністю та застосовуються в розподільних мережах. Залізобетонні напірні труби використовують для магістральних водоводів великого діаметра. Вибір матеріалу технолог обґрунтовує з урахуванням діаметра, тиску, властивостей ґрунту, агресивності середовища й економічних міркувань, а ГІП перевіряє відповідність вибору умовам експлуатації.

4.8. Резервуари чистої води

Резервуари чистої води виконують у системі водопостачання кілька функцій одночасно, і розуміння цих функцій є ключем до правильного розрахунку їх об’єму. *Регулювальна функція*: резервуар згладжує невідповідність між рівномірною подачею води насосною станцією першого підйому та нерівномірним споживанням. Удень, коли споживання перевищує подачу, вода витрачається з резервуара; вночі, коли споживання падає нижче подачі, резервуар наповнюється. Регулювальний об’єм розраховується саме як максимальна різниця між накопиченою подачею та накопиченим споживанням протягом доби.

Протипожежна функція: резервуар зберігає недоторканний запас води на гасіння пожежі, який не може бути використаний на інші потреби. Цей запас розраховується виходячи з нормативної витрати на пожежогасіння та нормативної тривалості гасіння. *Аварійна функція*: резервуар забезпечує подачу води протягом часу, потрібного на ліквідацію аварії на водозаборі чи водоводі. Загальний об’єм резервуара є сумою регулювального, протипожежного й аварійного об’ємів, а також об’єму на власні потреби станції (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Складові повного об’єму резервуара чистої води

Складова об’єму	Призначення	Чим визначається
Регулювальний	Згладжування нерівномірності споживання	Графік подачі та споживання за добу
Протипожежний	Недоторканний запас на гасіння пожежі	Витрата та тривалість пожежогасіння
Аварійний	Подача під час ліквідації аварії	Час усунення аварії на водозаборі / водоводі
Власні потреби	Промивання, технологічні витрати станції	Технологічна схема водоочисної станції

Конструктивно резервуари чистої води є водонепроникними залізобетонними ємностями, переважно підземними або напівзаглибленими. Вимога водонепроникності робить їх відповідальними конструктивними спорудами: будь-яке протікання означає не лише втрату води, а й ризик її вторинного забруднення. Передбачається не менше ніж два

резервуари або два відсіки, щоб один можна було вивести на чищення чи ремонт без припинення подачі. Резервуари обладнуються вентиляцією, пристроями контролю рівня, переливними та спорожнювальними трубопроводами, люками для доступу. Для протипожежних резервуарів і водойм ДБН вимагає не менше ніж дві споруди, у кожній з яких зберігається половина протипожежного об’єму, а їх розташування узгоджується з радіусом обслуговування пожежної техніки.

Розрахунок об’єму резервуара є наочним прикладом інтеграції вимог різних розділів. Регулювальний об’єм визначається технологічним режимом, протипожежний – вимогами пожежної безпеки, конструкція ємності – конструктивним розділом, антикорозійний захист – вимогами до контакту з питною водою. ГІП забезпечує, щоб усі ці складові були враховані несуперечливо, а конструктор отримав від технолога повні дані про об’єм, конфігурацію та гідростатичні навантаження.

4.9. Водоочисні споруди

Водоочисні споруди доводять воду з джерела до питної якості. Технологічна схема водопідготовки визначається насамперед якістю вихідної води та вимогами до якості води після очищення. Для відносно чистих підземних вод схема може бути мінімальною – знезараження та за потреби видалення заліза чи марганцю. Для поверхневих вод, що містять завислі речовини, органіку, мають кольоровість і мікробне забруднення, потрібна повноцінна багатоступенева схема.

Класична схема очищення поверхневої води передбачає реагентну обробку, відстоювання або освітлення, фільтрування та знезараження. Реагентна обробка полягає у введенні коагулянтів, які спричиняють злипання дрібних завислих часток у більші пластівці, здатні осідати; за потреби додають флокулянти, що посилюють цей процес. Після реагентної обробки вода надходить у відстійники або освітлювачі, де пластівці осідають, а освітлена вода переходить на фільтри. Фільтри – переважно швидкі, із завантаженням з кварцового піску чи інших матеріалів – затримують залишкові завислі речовини. Завершальним етапом є знезараження, що знищує патогенні мікроорганізми; для цього застосовують хлорування, ультрафіолетове опромінення, озонування або їх комбінацію.

Важливою з екологічного погляду вимогою є обробка промивних вод фільтрів і осадів водоочисної станції. Фільтри періодично промивають зворотним потоком води, і ці промивні води містять затримані забруднення.

Скидати їх без обробки неприпустимо, тому передбачаються споруди повернення промивних вод і обробки осадів. Це є однією з основних екологічних вимог, а також елементом раціонального водокористування, оскільки повернення промивних вод зменшує загальний водозабір. Сучасні схеми оптимізації, розглянуті в другому розділі, приділяють цьому питанню особливу увагу.

Технолог, проєктуючи водоочисну станцію, передає велику кількість даних суміжникам. Реагентне господарство потребує спеціальної вентиляції та антикорозійного захисту, що є завданням для інженера опалення та вентиляції і конструктора. Споруди очищення є відповідальними залізобетонними ємностями, що проєктуються конструктором. Насоси, мішалки, дозувальні установки потребують електропостачання й автоматизації. Хлорне господарство, якщо застосовується газоподібний хлор, є об’єктом підвищеної небезпеки з особливими вимогами до вентиляції, аварійної сигналізації та пожежної безпеки. Тому водоочисна станція є яскравим прикладом об’єкта, де технологічна частина задає вимоги практично всім іншим розділам, а ГІП виступає інтегратором цих вимог.

Нові ДСТУ-настанови: деталізація технологічних рішень водопідготовки переноситься з тіла ДБН до окремих ДСТУ-настанов з проєктування водозабірних і водоочисних споруд та з визначення витрат і напорів. Це реалізує параметричний підхід: ДБН задає цільові параметри якості та надійності, а настанови показують способи їх досягнення. ГІП має працювати з обома документами одночасно.

4.10. Цифрові інструменти технологічного проєктування водопостачання

Сучасне технологічне проєктування систем водопостачання спирається на спеціалізовані цифрові інструменти (табл. 4.6), і ГІП повинен розуміти, яку задачу вирішує кожен із них і як перевіряти придатність отриманих результатів. Це не означає, що ГІП особисто виконує всі розрахунки, але він має вміти оцінити, чи відповідає модель реальному об’єкту та чи можна на основі її результатів приймати проєктні рішення.

Таблиця 4.6.

Основні цифрові інструменти технологічної частини водопостачання

Задача	Інструмент	Що перевіряє ГІП
Гідравліка мережі, тиски, насоси	EPANET	Відповідність вихідних даних і результатів проєкту
Технологічні трубопроводи НС, ВОС	Autodesk Plant 3D	Зв'язок схеми, моделі та специфікацій
Координація, виявлення колізій	Autodesk Navisworks	Конфлікти трубопроводів із конструкціями
Будівлі споруд водопостачання	Autodesk Revit	Узгодженість із технологічним компонуванням

Для гідравлічного моделювання водопровідних мереж застосовується програмне середовище EPANET і засновані на ньому комерційні продукти. Гідравлічна модель дає можливість розрахувати витрати та тиски в усіх точках мережі, втрати напору, режими роботи насосів і резервуарів, поведінку системи за різних сценаріїв споживання, у тому числі в пожежному режимі. Модель дає змогу перевірити, чи забезпечується потрібний тиск у диктуючій точці, чи правильно підібрані діаметри, чи ефективне кільцювання. Для ГІПа гідравлічна модель є інструментом перевірки: він має переконатися, що вихідні дані моделі – споживання, відмітки, характеристики труб – відповідають проєкту, а результати узгоджуються з прийнятими рішеннями.

Технологічна частина насосних станцій і водоочисних споруд із розвиненою трубопровідною обв'язкою зручно опрацьовується в середовищі Autodesk Plant 3D. Воно дає можливість створювати функціональні схеми трубопроводів і контрольно-вимірювальних приладів, а на їх основі – тривимірні моделі з автоматичною генерацією специфікацій та ізометричних креслень. Для ГІПа цінність такого підходу в тому, що технологічна схема, тривимірна модель і специфікації пов'язані між собою, тому зміна в схемі відображається в моделі та переліках, що зменшує ризик розбіжностей. Просторова модель насосної станції також дає змогу перевірити можливість монтажу й обслуговування обладнання ще на стадії проєктування.

Об'єднання моделей різних розділів і перевірка їх взаємної узгодженості виконуються в середовищі координації, насамперед

Navisworks. Саме там виявляються колізії між технологічними трубопроводами та будівельними конструкціями, перевіряється наявність зон обслуговування, виявляються просторові конфлікти. Для технологічної частини це особливо важливо, оскільки технологічні трубопроводи насосних станцій і водоочисних споруд щільно насичені та часто перетинаються з конструкціями, вентиляцією та кабельними трасами. Координація в цифровому середовищі дає змогу виявити ці конфлікти до початку будівництва, коли їх усунення є простим і дешевим.

4.11. Управління технологічною частиною з позиції ГІПа

Завершуючи розгляд технологічної частини систем водопостачання, варто узагальнити, що саме ГІП контролює в роботі технолога та як він забезпечує зв’язок технологічної частини з рештою проєкту. Контроль починається з перевірки вихідних даних: чи правильно визначено розрахункову чисельність споживачів, чи обґрунтовано вибрано питому норму водоспоживання для цього кліматичного району та ступеня благоустрою, чи врахований перспективний розвиток.

Далі ГІП перевіряє коректність ланцюга розрахункових витрат – від середньодобового споживання через коефіцієнти добової та годинної нерівномірності до максимальних витрат з урахуванням пожежних потреб і власних потреб системи. Він перевіряє, чи правильно вибрано визначальний режим для кожної споруди, чи обґрунтовано вибір типу водозабору та категорії надійності насосних станцій, чи забезпечене необхідне резервування, чи враховані зони санітарної охорони. Особливу увагу він приділяє підбору насосів за робочою точкою та контролю коефіцієнта корисної дії, оскільки ці параметри визначають експлуатаційні витрати протягом усього терміну служби.

Найважливішою інтегруючою функцією є забезпечення зв’язку технологічної частини з усіма суміжними розділами. ГІП стежить, щоб технолог своєчасно та повно передав дані архітектору, конструктору, інженерам інженерних систем, генпланісту й екологу. Він перевіряє, щоб габарити обладнання, навантаження, вимоги до приміщень, перелік споживачів електроенергії, дані про реагенти та зони санітарної охорони не залишилися замкненими в технологічному розділі, а були враховані всіма, кого вони стосуються. Саме ця інтеграція перетворює набір окремих технічно правильних розділів на цілісний працездатний проєкт.

Висновки

Технологічна частина систем водопостачання є провідною складовою проєкту, що задає вихідні дані практично для всіх інших розділів. Її проєктування підпорядковане єдиній логіці: система розраховується у зворотному напрямку, від потреб споживача до джерела, а кожна споруда має свій визначальний режим роботи.

Відправною точкою є розрахункові витрати води, що визначаються через питому норму водоспоживання та систему коефіцієнтів нерівномірності з урахуванням пожежних і власних потреб. На основі витрат проєктуються водозабірні споруди з обов'язковими зонами санітарної охорони, насосні станції з нормованим резервуванням і категорією надійності, водоводи та мережі з обґрунтованими швидкостями, кільцюванням і захистом від гідравлічного удару, резервуари з регулювальним, протипожежним та аварійним об'ємами, а також водоочисні споруди з технологічною схемою, відповідною якості джерела.

Сучасне технологічне проєктування спирається на цифрові інструменти – гідравлічне моделювання мереж, тривимірне моделювання технологічних трубопроводів, координацію в єдиному середовищі. Ці інструменти не замінюють інженерної відповідальності, а роблять рішення прозорими й такими, що піддаються перевірці. Головна функція ГІПа в технологічній частині – не лише контроль правильності окремих розрахунків, а й забезпечення зв'язку технологічних рішень з усіма суміжними розділами, без чого проєкт не стане цілісним. Наступний розділ застосує цю саму логіку до систем водовідведення, які мають власну специфіку, пов'язану з рухом стічних вод, їх очищенням і обробкою осадів.

Запитання для самоконтролю

1. Чому система водопостачання розраховується у зворотному напрямку – від споживача до джерела?
2. Який режим споживання є визначальним для водозабору, а який – для насосної станції другого підйому?
3. Як визначається розрахункова витрата води та яку роль відіграють коефіцієнти нерівномірності?
4. Чому коефіцієнт годинної нерівномірності вищий для малих населених пунктів, ніж для великих міст?
5. За якими критеріями обирається тип поверхневого водозабору?

6. Які розміри має перший пояс зони санітарної охорони для різних типів джерел і чому ця вимога стосується кількох розділів?
7. Як категорія надійності насосної станції пов’язана з вимогами до резервування й електропостачання?
8. Що таке робоча точка насоса і чому важливо контролювати коефіцієнт корисної дії саме в ній?
9. Які функції виконує резервуар чистої води і з яких складових формується його повний об’єм?
10. З яких етапів складається класична схема очищення поверхневої води?
11. Які цифрові інструменти застосовуються в технологічному проєктуванні водопостачання і що перевіряє в них ГІП?

Практичне завдання

Для умовного населеного пункту із заданою чисельністю населення та ступенем благоустрою виконайте укрупнений технологічний розрахунок системи водопостачання. Визначте середньодобове, максимальне добове та максимальне годинне водоспоживання з обґрунтуванням вибраної питомої норми та коефіцієнтів нерівномірності. На основі отриманих витрат визначте визначальний режим для водозабору, насосної станції другого підйому та резервуара. Сформулюйте, які вихідні дані ви як ГІП передали б конструктору для розрахунку резервуара чистої води та інженеру-електрику для проєктування живлення насосної станції, і поясніть, як зони санітарної охорони джерела вплинуть на генеральний план об’єкта.

Література

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування». Зі Зміною № 1.

Проєкт ДБН В.2.5-74:202Х «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

Проєкт ДСТУ «Настанова з проєктування розподільних мереж і систем транспортування води».

Проєкт ДСТУ «Настанова з проєктування водозабірних і водоочисних споруд».

Проєкт ДСТУ «Методи визначення витрат і напорів, гідравлічні розрахунки систем водопостачання та водовідведення».

Постанова Кабінету Міністрів України від 18.12.1998 № 2024 «Про правовий режим зон санітарної охорони водних об’єктів».

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Тема 5. Технологічна частина проєкту: системи водовідведення

Системи водовідведення вирішують зворотну до водопостачання задачу: якщо водопостачання доставляє воду споживачеві, то водовідведення збирає, транспортує, очищує та повертає стічні води в довкілля в безпечному стані. Попри уявну симетрію, технологічна логіка тут інша. Вода рухається переважно самопливом, під дією сили тяжіння; стічні води містять забруднення та розчинені гази, що створює корозійну агресивність та вибухонебезпечність; а кінцевий етап – очищення перед скиданням – підпорядкований жорстким екологічним вимогам, які в останні роки істотно посилилися у зв'язку з європейською інтеграцією. Цей розділ розкриває технологічну частину систем водовідведення в тій самій логіці, що й попередній: від загального устрою системи до окремих споруд і до зв'язку технологічних рішень із рештою проєкту.

Основним нормативним документом є ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування» (зі Зміною № 1), який залишається чинним до набрання чинності новою редакцією. Підготовлено проєкт нової редакції – ДБН В.2.5-75:202Х під назвою «Водовідведення» – і серію пов'язаних ДСТУ-настанов з проєктування систем збору та транспортування стічних вод, споруд очищення стічних вод і систем обробки осадів. Принципово важливим є те, що сфера водовідведення зазнає глибокої трансформації під впливом Закону України «Про водовідведення та очищення стічних вод» та імплементації європейської директиви про очищення міських стічних вод, тому екологічні вимоги розглядаються в цьому розділі особливо уважно.

5.1. Загальна логіка системи водовідведення

Система водовідведення складається з мережі, що збирає стічні води від споживачів, насосних станцій, що перекачують їх там, де самопливний рух неможливий, очисних споруд, що доводять стічні води до допустимої якості, і споруд обробки осадів, що утворюються в процесі очищення. На відміну від системи водопостачання, де вода рухається під тиском, створеним насосами, у системі водовідведення основним є самопливний рух: стічні води течуть трубопроводами з певним ухилом під дією сили тяжіння. Насосні станції застосовуються лише там, де самопливний рух забезпечити неможливо – коли через рельєф неможливо витримати потрібний ухил або коли потрібно підняти стоки на вищу позначку.

Самопливний характер руху визначає всю логіку проєктування мережі. Трубопровід має бути прокладений з ухилом, достатнім для того, щоб стічні води рухалися зі швидкістю, яка не дозволяє завислим часткам осідати – інакше мережа замулюватиметься. Водночас труби не повинні працювати повним перерізом: над потоком стічної води має залишатися простір для руху повітря та газів, що виділяються зі стоків. Ця вимога – рух самопливом з певним ухилом і неповним наповненням – є визначальною та відрізняє проєктування каналізаційних мереж від напірних водопровідних.

Принциповим для розуміння всієї системи є те, що стічні води – агресивне середовище. Вони містять органічні речовини, що розкладаються, виділяючи сірководень та інші гази. Сірководень – це отруйний і вибухонебезпечний газ, який спричиняє корозію бетону та металу: розчиняючись у воді на стінках труб і споруд, він перетворюється на сірчану кислоту, що руйнує матеріали. Тому антикорозійний захист, вентиляція для видалення газів і вибухопожежна безпека є наскрізними вимогами всієї системи водовідведення, які ГІП повинен відстежувати в кожному розділі.

Проєкт водовідведення розробляється зазвичай одночасно з проєктом водопостачання, з обов'язковим аналізом балансу водоспоживання та відведення стоків. Це не випадкова вимога: кількість стічних вод напряму пов'язана з кількістю спожитої води, і роздільне проєктування двох систем неминуче призводить до неузгодженості. Норма водовідведення для населених пунктів має дорівнювати нормі водоспоживання, за вирахуванням безповоротних втрат, тому розрахунок стічних вод спирається на ті самі вихідні дані, що й розрахунок водопостачання.

Примітка. Ключова відмінність від водопостачання: стічні води рухаються самопливом і є агресивним середовищем. Звідси три наскрізні вимоги, які ГІП відстежує в усіх розділах системи водовідведення: правильний ухил і неповне наповнення труб, антикорозійний захист, вентиляція та вибухопожежна безпека через виділення сірководню.

5.2. Системи та схеми водовідведення

Перш ніж проєктувати окремі споруди, технолог вибирає систему водовідведення – принципову схему того, як збираються та транспортуються різні види стічних вод (табл. 5.1). Розрізняють побутові стічні води від житла та громадських будівель, виробничі стічні води від підприємств і поверхневі стічні води – дощові та талі. Кожен вид має свій характер забруднення та

свій режим надходження, і питання полягає в тому, збирати їх спільно чи роздільно.

Роздільна система передбачає окремі мережі для побутових і виробничих стічних вод, з одного боку, і для поверхневих – з іншого. Це найпоширеніша система для нової забудови, оскільки вона дає можливість спрямувати забруднені побутові стоки на повноцінне очищення, а відносно чисті дощові – на спрощене очищення або після першого, найбруднішого змиву безпосередньо у водойму. Роздільна система економніша в експлуатації, оскільки очисні споруди не перевантажуються дощовими витратами, які можуть багаторазово перевищувати побутові.

Загальносплавна система (або змішана) збирає всі види стічних вод в один колектор. Це історична система, характерна для центральних частин старих міст. Її недолік у тому, що під час сильних дощів очисні споруди не здатні прийняти всю витрату, тому передбачаються зливоскиди, через які надлишок розбавлених стоків скидається у водойму без повного очищення. Загальносплавна система потребує колекторів великого діаметра та перевантажує очисні споруди, тому для нової забудови вона зазвичай не застосовується.

Напівроздільна система є компромісом: вона має окремі мережі для різних видів стоків із перехопленням першого, найбруднішого дощового змиву в загальносплавний колектор через спеціальні розподільні камери. Це дає змогу очищати найзабрудненішу частину дощового стоку, не перевантажуючи систему всім обсягом дощових вод. Напівроздільна система застосовується там, де природоохоронні вимоги високі, а повністю роздільна система економічно недоцільна. Вибір системи технолог обґрунтовує з урахуванням існуючої забудови, рельєфу, природоохоронних вимог і економічних міркувань, а ГІП перевіряє відповідність вибору умовам конкретного об’єкта.

Надійність функціонування системи водовідведення визначається безперервністю приймання розрахункової кількості стоків і забезпеченням потрібного ступеня очищення як у нормальних, так і в екстремальних умовах – у разі перебоїв електропостачання, аварій, ремонтів, надзвичайних ситуацій. Це положення набуло особливої ваги в умовах воєнного часу, коли стабільність електропостачання насосних станцій не є гарантованою, а пошкодження інфраструктури стало реальним ризиком.

Таблиця 5.1

Системи водовідведення та умови їх застосування

Система	Принцип	Коли застосовується
Роздільна	Окремі мережі для побутових / виробничих і поверхневих стоків	Нова забудова, високі вимоги до очищення
Загальносплавна (змішана)	Усі стоки в одному колекторі зі зливоскидами	Історична забудова центрів старих міст
Напівроздільна	Окремі мережі з перехопленням першого дощового зміву	Високі природоохоронні вимоги, компроміс

5.3. Розрахункові витрати стічних вод

Розрахунок витрат стічних вод спирається на витрати водопостачання, але має свою специфіку. Середньодобовий приплив стічних вод має дорівнювати водоспоживанню за вирахуванням безповоротних втрат – тієї частини води, що не повертається в каналізацію, наприклад витрачена на поливання чи технологічні процеси з випаровуванням. Як і у водопостачанні, середньодобове значення є базою, а реальний приплив коливається в часі.

Нерівномірність припливу стічних вод враховується загальним коефіцієнтом нерівномірності, який залежить від середньої витрати: чим менша витрата, тим вищий коефіцієнт, оскільки за малих витрат піки індивідуальних надходжень менше усереднюються. Ця залежність аналогічна до годинної нерівномірності у водопостачанні та має ту саму інженерну логіку: великі потоки рівномірніші, малі – більш пікові. Технолог визначає максимальні розрахункові витрати, на які розраховується пропускна здатність мережі та споруд, і мінімальні витрати, за яких перевіряється забезпечення самоочисних швидкостей.

Окрему складність становить розрахунок дощових стічних вод для систем, що їх приймають. Дощовий стік залежить від інтенсивності дощу, площі водозбору, характеру поверхні та інших чинників, і його розрахунок ведеться за окремими методиками. Дощові витрати можуть багаторазово перевищувати побутові, тому мережі та споруди, що приймають дощовий стік, мають принципово іншу розрахункову основу. ГІП повинен переконатися, що технолог коректно розмежував побутові та дощові витрати та застосував відповідні методики до кожного виду.

5.4. Самопливні мережі водовідведення

Самопливні мережі є основою системи водовідведення, їх проєктування підпорядковане кільком взаємопов'язаним числовим вимогам, що випливають із самопливного характеру руху (табл. 5.2). Першою з них є мінімальний діаметр труб. Для вуличної побутової мережі найменший діаметр становить 200 мм, для дощової та загальносплавної вуличної мережі – 250 мм, для внутрішньоквартальної побутової мережі – 200 мм. Обмеження мінімального діаметра пов'язане з ризиком засмічення: труба занадто малого діаметра легко забивається.

Таблиця 5.2

Основні розрахункові вимоги до самопливних мереж (за ДБН В.2.5-75:2013)

Параметр	Вимога	Інженерна логіка
Мінімальний діаметр (вулична побутова)	200 мм	Запобігання засміченню
Найменший ухил для діаметра 150 мм	0,008	Забезпечення самоочисної швидкості
Найменший ухил для діаметра 200 мм	0,007	Менший діаметр – більший ухил
Максимальне наповнення (побутова мережа)	до ~0,7	Простір для руху повітря та газів
Максимальна швидкість, неметалеві труби	~4 м/с	Захист від абразивного зношування
Максимальна швидкість, металеві труби	~8 м/с	Захист від зношування піском

Другою вимогою є мінімальний ухил трубопроводу. Ухил має бути достатнім, щоб забезпечити самоочисну швидкість руху, за якої завислі частки не осідають. ДБН В.2.5-75 встановлює найменші ухили залежно від діаметра: для труби діаметром 150 мм ухил має становити щонайменше 0,008, для труби діаметром 200 мм – щонайменше 0,007. Як виняток, для окремих ділянок ці значення можуть бути зменшені, а для пластмасових труб з їх гладкою поверхнею допускаються дещо менші ухили. Логіка тут пряма: менший діаметр потребує більшого ухилу, оскільки за малого діаметра важче забезпечити самоочисну швидкість.

Третьою вимогою є розрахункове наповнення труби – відношення висоти потоку стічної води до діаметра труби. Для побутової мережі наповнення не повинно перевищувати приблизно 0,7. Це обмеження принципове: над потоком має залишатися простір для руху повітря та видалення газів, що виділяються зі стоків. Якщо труба працює повним перерізом, гази не можуть вийти, накопичуються, посилюють корозію та створюють вибухонебезпеку. Для дощових і загальносплавних трубопроводів, що працюють періодично та несуть менш агресивні стоки, за пропуску розрахункових витрат допускається повне наповнення.

Четвертою вимогою є межі швидкості руху. Мінімальна швидкість обмежена знизу самоочисним значенням, щоб запобігти осіданню часток і замуленню. Максимальна швидкість обмежена зверху, щоб запобігти абразивному зношуванню труб піском, який несуть стічні води: для неметалевих труб вона не повинна перевищувати приблизно 4 м/с, для металевих – близько 8 м/с. Усі ці вимоги – діаметр, ухил, наповнення, швидкість – взаємопов’язані, і технолог підбирає їх сукупно, а ГІП перевіряє, що жодна з меж не порушена.

Самопливні мережі обладнуються оглядовими, поворотними, перепадними колодязями, що забезпечують доступ для огляду та прочищення, зміну напрямку та гасіння надлишкової швидкості на перепадах висот (рис. 5.1). Колодязі є відповідальними елементами, оскільки саме через них здійснюється експлуатація мережі. Їх розташування, конструкція та обладнання регламентовані нормою та залежать від діаметра трубопроводу, його глибини та умов прокладання.

5.5. Каналізаційні насосні станції

Каналізаційні насосні станції перекачують стічні води там, де самопливний рух неможливий. За загальною логікою вони подібні до насосних станцій водопостачання, але мають істотні відмінності, що випливають із характеру середовища. Перша відмінність – конструкція: каналізаційні насосні станції часто виконуються у вигляді заглибленого приймального резервуара із зануреними насосами, що спрощує конструкцію та зменшує ризик потрапляння агресивних газів у машинний зал. Друга відмінність – необхідність регулювального об’єму приймального

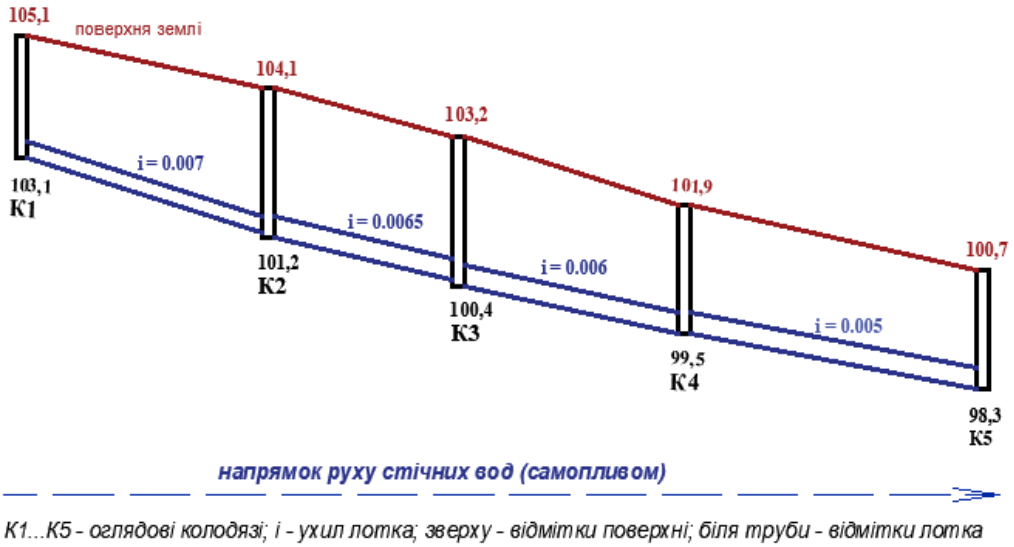


Рис. 5.1. Поздовжній профіль самопливної каналізаційної мережі з оглядовими колодязями та ухилами

резервуара, що згладжує нерівномірність припливу й обмежує частоту вмикання насосів.

Регулювальний об'єм приймального резервуара розраховується так, щоб насоси не вмикалися надто часто, оскільки часті пуски скорочують термін служби обладнання. Об'єм визначається з умови допустимої кількості вмикань за годину, і його правильний розрахунок є важливим елементом проєкту. Замалий резервуар призведе до частих пусків і передчасного зношування, завеликий – до застою стоків і посилення загнивання з виділенням сірководню. Технолог балансує ці чинники, а ГІП перевіряє обґрунтованість прийнятого об'єму.

Резервування насосів і надійність електропостачання каналізаційних насосних станцій підпорядковані тій самій категорійній логіці, що й у водопостачанні. Кількість резервних насосів визначається за нормативними таблицями залежно від кількості робочих агрегатів і категорії станції. Для станцій вищої категорії за неможливості живлення від двох незалежних джерел передбачаються резервні агрегати з двигунами внутрішнього згоряння із запасом палива щонайменше на три доби. Передбачається також можливість переходу на ручне управління, автоматичне ввімкнення резерву й аварійний випуск з опломбованою запірною арматурою для скидання стоків у разі повної відмови станції.

Найгострішою специфічною проблемою каналізаційних насосних станцій є виділення сірководню та інших газів. Це створює одночасно три

загрози: отруєння персоналу, вибухонебезпеку та корозію конструкцій та обладнання. Тому вентиляція приміщень решіток і приймальних резервуарів є вимогою безпеки, а не комфорту. Норма встановлює кратність повітрообміну та вимагає видалення повітря частково з верхньої, частково з нижньої зони, оскільки одні гази легші, інші важчі за повітря. Антикорозійний захист усіх конструкцій, що контактують зі стоками та газами, є обов'язковим, а приміщення відносять до відповідних категорій з вибухопожежної небезпеки з відповідними вимогами до електрообладнання.

Каналізаційна насосна станція є показовим прикладом об'єкта, де технологічне рішення жорстко задає вимоги суміжним розділам. Виділення сірководню визначає вимоги до вентиляції – завдання для інженера опалення та вентиляції. Агресивність середовища визначає антикорозійний захист – завдання для конструктора. Вибухонебезпека визначає виконання електрообладнання – завдання для електрика. Категорія надійності визначає резервування живлення. ГІП інтегрує всі ці вимоги, забезпечуючи, щоб жодна з них не була пропущена.

> ⚠ **Увага!** Сірководень у каналізаційних насосних станціях створює одночасно три загрози: отруєння персоналу, вибух і корозію. Вентиляція тут є питанням безпеки життя, а не комфорту. ГІП повинен переконатися, що вимоги до вентиляції, антикорозійного захисту та вибухозахищеного електрообладнання узгоджено передані інженеру ОВ, конструктору й електрику та враховані всіма трьома.

5.6. Колектори великого діаметра та спеціальні споруди на мережі

Магістральні каналізаційні колектори великого діаметра збирають стоки з великих територій і транспортують їх до очисних споруд. Через значні діаметри та глибини закладання їх будівництво відкритим способом – у траншеях – часто неможливе або неприйнятне в умовах міської забудови. Тому застосовують щитову проходку та мікротунелювання – способи безтраншейного будівництва, за яких колектор прокладається під землею без розкриття поверхні. Це дає змогу будувати глибокі колектори під вулицями, не порушуючи руху та не пошкоджуючи існуючу забудову.

На мережі водовідведення влаштовують спеціальні споруди для подолання перешкод. *Дюкери* – це напірні ділянки трубопроводу, що проходять під дном річки, яру чи під іншою перешкодою; через них стічні води проходять під тиском, тому дюкери виконують щонайменше у дві

нитки для резервування. *Переходи* через дороги та залізниці виконують у захисних футлярах. *Естакади* застосовують для надземного прокладання трубопроводів через перешкоди. Усі ці споруди потребують ретельного гідравлічного розрахунку, оскільки зміна режиму руху – перехід від самопливного до напірного в дюкері – створює особливі умови.

Вентиляція мереж є окремою важливою задачею через виділення газів. Гази, що утворюються в стічних водах, мають видалятися з мережі, щоб запобігти їх накопиченню, корозії та вибухонебезпеці. Вентиляція мережі забезпечується через стояки, вентиляційні шахти та неповне наповнення труб, що залишає простір для руху повітря. Проєктування вентиляції мережі є елементом технологічного рішення, який ГІП також тримає в полі зору.

5.7. Очисні споруди стічних вод

Очисні споруди є найскладнішою та найвідповідальнішою частиною системи водовідведення, оскільки саме вони визначають, у якому стані стічні води повертаються в довкілля. Очищення є багатоступеневим процесом, у якому кожен ступінь видаляє певний вид забруднень. Розрізняють механічне (первинне), біологічне (вторинне) та третинне, або глибоке, очищення, а також знезараження (табл. 5.3). Склад споруд визначається вимогами до якості очищеної води, які, зі свого боку, залежать від характеристик водойми-приймача та від екологічного законодавства.

Таблиця 5.3

Ступені очищення стічних вод і споруди, що їх реалізують

Ступінь	Що видаляє	Основні споруди
Механічне	Нерозчинені домішки, пісок, завислі речовини	Решітки, пісковловлювачі, первинні відстійники
Біологічне	Розчинену та колоїдну органіку	Аеротенки, вторинні відстійники
Третинне (глибоке)	Залишкові завислі речовини, азот, фосфор	Фільтри, споруди видалення біогенів
Знезараження	Патогенні мікроорганізми	УФ-установки, хлорування

Механічне очищення видаляє нерозчинені домішки. Першим етапом є решітки, що затримують великі плаваючі предмети; прозори решіток не перевищують шістнадцяти міліметрів, а швидкість руху стоків у прозорах

підтримується в межах, що забезпечують затримання сміття без переповнення. За значної кількості затриманого сміття передбачається механізоване очищення решіток. Далі стоки проходять пісковловлювачі, що видаляють мінеральні частки – пісок, який інакше зношував би обладнання й осідав у спорудах; вони розраховуються на певну швидкість і час протоку, що забезпечують осідання піску, але не органіки. Завершальним етапом механічного очищення є первинні відстійники, де осідають органічні завислі речовини; час відстоювання та гідравлічне навантаження підбираються так, щоб забезпечити потрібний ефект освітлення.

Біологічне очищення є серцем сучасних очисних споруд. Воно ґрунтується на здатності мікроорганізмів споживати розчинені та колоїдні органічні забруднення. Найпоширенішим рішенням є аеротенки з активним мулом – спорудами, у яких стічна вода змішується з активним мулом – біологічно активним угрупованням мікроорганізмів – і насичується киснем через аерацію. Мікроорганізми окиснюють органіку, очищуючи воду, після чого мулова суміш надходить у вторинні відстійники, де активний мул відділяється від очищеної води та значною частиною повертається в аеротенк, а надлишок виводиться на обробку. Проєктування аеротенків ґрунтується на низці параметрів – концентрації активного мулу, тривалості перебування, режимі аерації, – конкретні значення яких частково визначаються за додатками ДБН або технічною документацією, тому технолог обґрунтовує їх з посиланням на відповідні джерела, а не призначає довільно.

Вторинні відстійники розділяють мулову суміш на очищену воду й активний мул. Їх розрахунок ведеться з урахуванням здатності мулу до осідання, навантаження на водозлив і концентрації мулу. Якість роботи вторинних відстійників критична: якщо мул виноситься з очищеною водою, погіршується якість скиду та втрачається активний мул, потрібний для біологічного процесу. Після біологічного очищення за потреби застосовують третинне, або *глибоке,* очищення (фільтрування, видалення біогенних елементів азоту та фосфору), якщо вимоги до якості скиду цього потребують.

Завершальним етапом є знезараження, що знищує патогенні мікроорганізми перед скиданням. Сучасним методом є ультрафіолетове опромінення. ДБН встановлює, що доза опромінення має становити щонайменше 30 мДж/см^2, причому вода, що подається на знезараження, повинна бути достатньо очищеною – вміст завислих речовин і показник

біологічного споживання кисню не повинні перевищувати 10 мг/л, а хімічного споживання кисню – 50 мг/л. Це вимога взаємозв'язку: ефективне знезараження можливе лише за достатньо глибокого попереднього очищення, бо завислі частки екранують мікроорганізми від опромінення.

5.8. Вимоги до якості очищених стічних вод та європейська інтеграція

Якість очищених стічних вод перед скиданням у водойму є питанням, що в останні роки зазнало найбільших змін і потребує особливої уваги ГІПа. Традиційно допустимі концентрації забруднень визначалися виходячи з умов скидання у водний об'єкт з урахуванням його категорії водокористування, фонових концентрацій і здатності водойми до самоочищення. Перелік нормованих показників включає біологічне та хімічне споживання кисню, що характеризують вміст органіки, завислі речовини, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти та інші речовини. Гранично допустимі концентрації встановлюються для кожного випуску індивідуально за відповідними методиками, з урахуванням контрольного створу та категорії водойми.

Принципову зміну вніс Закон України «Про водовідведення та очищення стічних вод», ухвалений у межах європейської інтеграції, та імплементація директиви про очищення міських стічних вод. Ці документи запроваджують підхід, заснований на понятті популяційного еквівалента – умовної одиниці, що відображає навантаження на очисні споруди. Встановлюються вимоги до ступеня очищення залежно від розміру агломерації та чутливості водойми-приймача. Для скидання в уразливі зони вимоги посилюються – передбачається видалення біогенних елементів, що раніше не завжди було обов'язковим.

Для ГІПа це означає, що вимоги до якості очищення мають бути визначені вже на стадії завдання на проєктування, оскільки вони безпосередньо визначають склад очисних споруд. Якщо водойма-приймач належить до уразливих зон, до схеми очищення доведеться включити споруди видалення азоту та фосфору, що істотно ускладнює та здорожчує проєкт. Помилка тут – проєктування за застарілими, м'якшими вимогами – виявиться під час екологічної експертизи та призведе до перероблення технологічної частини. Тому ГІП, що береться за проєкт очисних споруд, повинен від початку з'ясувати актуальні екологічні вимоги до скиду та закласти відповідний склад споруд.

Європейська інтеграція та очисні споруди: Закон «Про водовідведення та очищення стічних вод» і імплементація Директиви ЄС про очищення міських стічних вод запровадили вимоги до ступеня очищення залежно від розміру агломерації та чутливості водойми. Для уразливих зон стало обов'язковим видалення біогенних елементів. ГІП повинен з'ясувати ці вимоги ще на стадії завдання, оскільки вони визначають склад споруд.

5.9. Споруди обробки осадів

Очищення стічних вод неминуче супроводжується утворенням осадів – затриманих на решітках відходів, осадженого в первинних відстійниках сирого осаду, надлишкового активного мулу з біологічного очищення. Ці осади мають великий об'єм, високу вологість і санітарну небезпеку, тому їх обробка є самостійною та складною технологічною задачею. Мета обробки – зменшити об'єм осадів, стабілізувати їх, тобто припинити загнивання, знезаразити та привести у стан, придатний для утилізації чи захоронення.

Першим етапом обробки є ущільнення, що зменшує об'єм осаду шляхом видалення частини води. Далі застосовують стабілізацію – найчастіше анаеробне зброджування в метантенках, де мікроорганізми в безкисневому середовищі розкладають органіку осаду, виділяючи біогаз, що містить метан. Зброджування одночасно стабілізує осад, зменшує його об'єм і дає енергетично цінний біогаз, який можна використовувати для потреб самих очисних споруд. Метантенки працюють у мезофільному режимі за температури близько 35 °C або в термофільному за температури від 50 до 60 °C; вищі температури прискорюють процес, але потребують більше енергії на підігрів.

Після стабілізації осад зневоднюють – видаляють значну частину води механічними засобами на фільтр-пресах, центрифугах чи інших установках, доводячи осад до стану вологої пасти, придатної до транспортування. Кінцевим етапом є утилізація: зневоднений і стабілізований осад може використовуватися як добриво в сільському господарстві, якщо відповідає санітарним вимогам, спалюватися або захоронюватися. Кожен метод утилізації має свої екологічні обмеження, які враховуються в проєкті.

Обробка осадів є енергетично та технологічно складною частиною очисних споруд, що часто недооцінюється молодими проєктувальниками. Тим часом саме осади несуть значну частину санітарної небезпеки, а їх обробка може становити істотну частину вартості й експлуатаційних витрат

очисних споруд. ГІП повинен забезпечити, щоб лінія обробки осадів була спроєктована повноцінно, узгоджена з лінією очищення води за продуктивністю та щоб питання утилізації осаду було вирішене ще на стадії проєктування, а не залишене на потім.

5.10. Особливості проєктування в умовах воєнного часу

Воєнний час висунув на перший план питання стійкості систем водовідведення, яке раніше розглядалося як другорядне. Найвразливішою ланкою є каналізаційні насосні станції, що повністю залежать від електропостачання: за відключення електроенергії станція припиняє перекачування, стічні води починають накопичуватися в мережі, що загрожує переповненням і аварійними скидами неочищених стоків у довкілля.

Проєктні заходи щодо підвищення стійкості передбачають резервне живлення насосних станцій від автономних джерел із запасом палива, влаштування акумулюючих ємностей для тимчасового зберігання стоків під час відключень, аварійні випуски з опломбованою арматурою, можливість переходу на ручне управління та дублювання критичних елементів. Ці заходи не є надлишковими – вони відображають реальні ризики, з якими стикається інфраструктура водовідведення. ГІП, що проєктує систему водовідведення критичного значення, повинен закладати стійкість як базову вимогу.

Стратегічний рівень планування стійкості забезпечують схеми оптимізації систем централізованого водовідведення, порядок розроблення яких затверджено окремим наказом профільного міністерства. Ці схеми вводять поняття вразливості системи, передбачають аналіз сценаріїв розвитку, у тому числі песимістичних, і формують план заходів з підвищення надійності. Як зазначалося в другому розділі, проєкт окремого об’єкта має узгоджуватися зі схемою оптимізації, що розглядає систему загалом. Для водовідведення це означає, що рішення щодо окремої насосної станції чи ділянки мережі мають вписуватися в загальну стратегію забезпечення стійкості всієї системи населеного пункту.

5.11. Цифрові інструменти та управління технологічною частиною водовідведення

Технологічне проєктування систем водовідведення спирається на цифрові інструменти, аналогічні до тих, що застосовуються у

водопостачанні, але з власною специфікою. Для моделювання роботи мереж водовідведення, особливо дощової та загальносплавної каналізації, застосовується програмне середовище SWMM та засновані на ньому продукти. Воно дає змогу моделювати формування стоку, гідравліку самопливних і напірних мереж, роботу насосних станцій, переповнення та роботу акумулюючих ємностей, поведінку системи під час дощів різної інтенсивності. Для ГІПа така модель є інструментом перевірки пропускної здатності мережі й оцінки ризику переповнень.

Технологічні споруди очисних станцій із розвиненою трубопровідною обв'язкою опрацьовуються в середовищі тривимірного моделювання технологічних трубопроводів, а координація моделей різних розділів і виявлення колізій – у середовищі координації. Для очисних споруд це особливо важливо, оскільки вони поєднують насичену технологічну частину, відповідальні ємнісні залізобетонні споруди, розвинену електричну й автоматизовану частину. Координація в цифровому середовищі дає змогу виявити просторові конфлікти між цими системами до початку будівництва.

Управління технологічною частиною водовідведення з позиції ГІПа підпорядковане тій самій логіці, що й у водопостачанні, з урахуванням специфіки. ГІП перевіряє коректність розрахунку витрат стічних вод та їх узгодженість із балансом водоспоживання, обґрунтованість вибору системи водовідведення, дотримання числових вимог до самопливних мереж (діаметрів, ухилів, наповнення, швидкостей), правильність розрахунку регулювального об'єму та резервування насосних станцій, відповідність складу очисних споруд вимогам до якості скиду, повноту лінії обробки осадів (табл. 5.4). Особливу увагу він приділяє наскрізним вимогам безпеки, пов'язаним із виділенням сірководню, та екологічним вимогам до скиду, що визначають усю технологічну схему очищення.

Висновки

Технологічна частина систем водовідведення вирішує задачу збору, транспортування, очищення стічних вод і обробки осадів. На відміну від водопостачання, тут визначальними є самопливний рух стічних вод та агресивність середовища, що породжує наскрізні вимоги до ухилів і наповнення труб, антикорозійного захисту, вентиляції та вибухопожежної безпеки.

Таблиця 5.4

Контрольні аспекти технологічної частини водовідведення для ГІПа

Аспект	Предмет перевірки
Витрати стічних вод	Узгодженість з балансом водоспоживання, коефіцієнти нерівномірності
Вибір системи	Обґрунтованість роздільної / напівроздільної / загальносплавної
Самопливні мережі	Діаметри, ухили, наповнення, самоочисні швидкості
Насосні станції	Регулювальний об’єм, резервування, вентиляція, антикорозія
Очисні споруди	Відповідність складу вимогам до якості скиду
Обробка осадів	Повнота лінії, вирішене питання утилізації
Безпека	Вентиляція, вибухозахист, антикорозійний захист (H_2S)

Проєктування починається з вибору системи водовідведення та розрахунку витрат стічних вод, узгоджених із балансом водоспоживання. Самопливні мережі підпорядковані взаємопов’язаним числовим вимогам до діаметрів, ухилів, наповнення та швидкостей. Каналізаційні насосні станції потребують регулювального об’єму, резервування й особливих заходів безпеки через виділення сірководню. Очисні споруди реалізують багатоступеневе очищення, склад якого визначається вимогами до якості скиду, що істотно посилилися у зв’язку з європейською інтеграцією. Обробка осадів є самостійною складною задачею, що завершує технологічний цикл.

Воєнний час висунув на перший план стійкість систем водовідведення, насамперед автономність живлення насосних станцій. Цифрові інструменти моделювання мереж і координації моделей роблять технологічні рішення прозорими та перевірюваними. Головна функція ГІПа полягає в забезпеченні зв’язку технологічних рішень з усіма розділами проєкту, контролі наскрізних вимог безпеки й актуальних екологічних вимог до скиду. Наступний розділ розгляне завершальний блок проєкту – відомість обсягів робіт, кошторисну документацію та організацію будівництва, що переводять технічні рішення у вартісну й організаційну площину.

Запитання для самоконтролю

1. Чим самопливний характер руху стічних вод визначає логіку проєктування мереж водовідведення?
2. Які три наскрізні загрози створює виділення сірководню та до яких вимог це призводить?
3. Порівняйте роздільну, загальносплавну та напівроздільну системи водовідведення.
4. Як пов’язані розрахунок витрат стічних вод і баланс водоспоживання?
5. Поясніть взаємозв’язок діаметра, ухилу, наповнення та швидкості в самопливній мережі.
6. Чому розрахункове наповнення побутової мережі обмежене приблизно сімдесятьма відсотками діаметра?
7. Як визначається регулювальний об’єм приймального резервуара КНС і чим небезпечні замалий і завеликий об’єми?
8. Опишіть послідовність ступенів очищення стічних вод і призначення кожного.
9. Як європейська інтеграція змінила вимоги до якості очищених стічних вод?
10. Які етапи передбачає обробка осадів і чому це питання не можна відкладати?
11. Які проєктні заходи підвищують стійкість систем водовідведення в умовах воєнного часу?

Практичне завдання

Для умовного населеного пункту, для якого в попередньому розділі визначено водоспоживання, виконайте укрупнений технологічний розрахунок системи водовідведення.

Визначте розрахункові витрати стічних вод на основі балансу водоспоживання, обґрунтуйте вибір системи водовідведення, для головної ділянки самопливного колектору підберіть діаметр та ухил із перевіркою наповнення та самоочисної швидкості.

Визначте, які ступені очищення потрібні для скидання у водойму заданої категорії з урахуванням сучасних екологічних вимог, і складіть перелік основних споруд очисної станції.

Окремо опишіть, які вимоги безпеки, пов’язані з виділенням сірководню, ви як ГІП передали б інженеру опалення та вентиляції, конструктору й інженеру-електрику в разі проєктування каналізаційної насосної станції.

Література

ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування». Зі Зміною № 1.

Проєкт ДБН В.2.5-75:202Х «Водовідведення. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».

Проєкт ДСТУ «Настанова з проєктування систем збору і транспортування стічних вод».

Проєкт ДСТУ «Настанова з проєктування споруд очищення стічних вод».

Проєкт ДСТУ «Настанова з проєктування систем обробки осадів стічних вод».

Закон України «Про водовідведення та очищення стічних вод».

Постанова Кабінету Міністрів України від 02.04.2024 № 378 щодо очищення стічних вод перед скиданням в уразливі зони.

Наказ Мінрозвитку від 12.06.2025 № 986 щодо порядку розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення.

Тема 6. Відомість обсягів робіт, кошторисна документація та організація будівництва

Технічні розділи проєкту відповідають на питання, що та як будувати. Однак проєкт не завершений, доки не визначено, скільки це коштуватиме і як буде організоване будівництво. Саме ці питання вирішують завершальні розділи проєкту – відомість обсягів робіт (ВОР), кошторисна документація та проєкт організації будівництва. Вони переводять технічні рішення у вартісну й організаційну площину, і саме за ними замовник приймає рішення про реалізацію, проводить тендерні процедури та планує фінансування. Для головного інженера проєкту ці розділи є завершальною ланкою інтеграції, у якій сходяться результати всіх технічних частин, і будь-яка неузгодженість між технічними рішеннями та кошторисом стає тут очевидною.

Цей розділ розкриває логіку формування вартості будівництва в українській нормативній системі, структуру відомості обсягів робіт і кошторисної документації, особливості кошторисів для об’єктів водопостачання та водовідведення, а також зміст проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт. Окрему увагу приділено сучасним змінам кошторисного нормування в умовах воєнного часу та можливостям цифрового формування обсягів безпосередньо з інформаційної моделі. Матеріал орієнтований на розуміння логіки, а не на запам’ятовування конкретних розцінок, які постійно оновлюються.

6.1. Вартість будівництва як завершальна ланка інтеграції

Для головного інженера проєкту кошторисна документація є не бухгалтерською формальністю, а дзеркалом, у якому відображається цілісність технічного рішення. Якщо технічні розділи узгоджені між собою, відомість обсягів робіт повна та точна, а кожна вартісна позиція має технічне обґрунтування, то кошторис достовірно відображає реальну вартість об’єкта. Якщо ж між технічними розділами є розриви – пропущені роботи, дубльовані обсяги, неузгоджені специфікації, – це проявляється саме в кошторисі, роблячи його недостовірним.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення кошторисна частина має особливе значення через структуру вартості. Значну частку становить технологічне обладнання (насоси, повітродувки, решітки, фільтри, дозувальні установки), а також трубопроводи, ємнісні залізобетонні споруди та земляні роботи. Це означає, що достовірність кошторису прямо залежить

від якості технологічної частини, конструктивних рішень і розрахунку земляних робіт. Помилка в підрахунку обсягу бетону ємнісної споруди чи в специфікації обладнання насосної станції безпосередньо спотворює вартість об’єкта.

ГІП відповідає за простежуваність ланцюга від проєктного рішення через обсяг роботи до кошторисної позиції. Кожна вартісна складова має брати початок у конкретному технічному рішенні: кожен метр трубопроводу, кожен кубометр бетону, кожна одиниця обладнання повинні походити з креслень і специфікацій відповідних розділів. Ця простежуваність є основою достовірності кошторису та водночас інструментом контролю: якщо в кошторисі з’являється позиція, яку неможливо пов’язати з технічним рішенням, або якщо технічне рішення не знайшло відображення в кошторисі, це сигнал про неузгодженість, яку ГІП має усунути.

Примітка. Кошторис є дзеркалом цілісності проєкту. Простежуваність ланцюга «проєктне рішення – обсяг роботи – кошторисна позиція» є водночас вимогою достовірності та інструментом контролю узгодженості. Розрив у цьому ланцюзі завжди вказує на неузгодженість технічних розділів.

6.2. Структура вартості будівництва

Щоб керувати кошторисною частиною, ГІП повинен розуміти, із чого складається вартість будівництва. Вартість формується пошарово, від найконкретніших витрат на виконання окремих робіт до узагальнених показників усього будівництва (табл. 6.1). В основі лежать прямі витрати – кошти, безпосередньо пов’язані з виконанням робіт: заробітна плата робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Прямі витрати є фундаментом, на якому будуються всі інші складові.

Понад прямі витрати нараховуються загальновиробничі витрати – кошти на організацію та управління будівельним виробництвом, які не можна віднести безпосередньо до конкретної роботи: утримання апарату управління будівельної організації, обслуговування робітників, організація робіт на майданчику. Далі додаються адміністративні витрати організації та кошторисний прибуток – кошти, що залишаються підрядній організації після покриття всіх витрат і є джерелом її розвитку. На завершення

додаються кошти на покриття ризиків, непередбачені витрати та податок на додану вартість.

Принциповим є те, що в умовах воєнного часу порядок визначення низки складових вартості було змінено. Раніше загальновиробничі й адміністративні витрати та кошторисний прибуток визначалися розрахунковим методом за складними методиками. Постановою Кабінету Міністрів України, прийнятою наприкінці 2025 року, та відповідною зміною до основного кошторисного документа ці складові встановлено у вигляді граничних відсотків від суми прямих витрат: загальновиробничі витрати обмежено на рівні 10 %, адміністративні витрати – 3 %, кошторисний прибуток – 15 % від прямих витрат. Це спрощення зробило структуру вартості прозорішою та передбачуванішою, що особливо важливо для бюджетних об’єктів.

Окремою особливістю воєнного часу є застосування підвищувальних коефіцієнтів до вартості людино-години для територій, що зазнають впливу бойових дій, а також посилені вимоги до обґрунтування цін на матеріали. Для матеріалів, що становлять основну частину вартості ресурсів, ціни визначаються за аналізом кількох комерційних пропозицій, що запобігає завищенню. ГІП, контролюючи кошторисну частину, має враховувати ці особливості, оскільки вони безпосередньо впливають на підсумкову вартість і на проходження перевірки кошторисної документації.

Таблиця 6.1

Структура вартості будівництва

Складова	Зміст	Порядок визначення
Прямі витрати	Зарплата робітників, експлуатація машин, матеріали	Прямий розрахунок за нормами та цінами
Загальновиробничі витрати	Організація та управління виробництвом	Граничний відсоток від прямих витрат
Адміністративні витрати	Утримання адміністрації організації	Граничний відсоток від прямих витрат
Кошторисний прибуток	Кошти на розвиток підрядника	Граничний відсоток від прямих витрат
Непередбачені витрати, ПДВ	Покриття ризиків, податок	Згідно з нормативними вимогами

⚠ **Увага!** Кошторисне нормування в умовах воєнного часу зазнає частих змін. Граничні відсотки загальновиробничих і адміністративних витрат, кошторисного прибутку, підвищувальні коефіцієнти та порядок обґрунтування цін регулюються нормативними актами, що оновлюються. Перед формуванням кошторису ГІП і кошторисник зобов'язані звірити чинні значення за актуальними редакціями документів.

6.3. Ресурсний і базисно-індексний методи ціноутворення

В українській практиці кошторисного ціноутворення співіснують два методи визначення вартості, і ГІП повинен розуміти їх відмінність та сферу застосування.

Ресурсний метод є основним і найбільш точним. За ним вартість визначається прямим розрахунком усіх ресурсів, потрібних для виконання робіт: трудовитрат у людино-годинах, часу роботи машин у машино-годинах, кількості матеріалів у натуральних показниках. Ці ресурси визначаються за ресурсними елементними кошторисними нормами, а потім оцінюються за поточними цінами. Ресурсний метод дає достовірну вартість, що відповідає реальним витратам, і застосовується на стадіях, де потрібна точність.

Базисно-індексний метод є спрощеним: вартість спочатку визначається в умовних базисних цінах певного періоду, а потім перераховується в поточні ціни за допомогою індексів. Цей метод швидший, оскільки не потребує детального розрахунку всіх ресурсів за поточними цінами, але менш точний, тому що індекси є усередненими. Базисно-індексний метод застосовують переважно для попередніх оцінок на ранніх стадіях, коли точність ще не критична, а потрібна швидка орієнтовна вартість для прийняття рішення про доцільність будівництва.

Для практики ГІПа важливо узгоджувати вибір методу зі стадією проєктування. На стадії техніко-економічного обґрунтування, де потрібно швидко порівняти варіанти й оцінити доцільність, доречний базисно-індексний метод або укрупнені показники. На стадії проєкту та робочої документації, де кошторис стає основою для тендерів і фінансування, застосовується ресурсний метод, що дає достовірну вартість. Невідповідність методу стадії – надмірна деталізація на ранніх стадіях або груба оцінка там, де потрібна точність, – є типовою організаційною помилкою.

6.4. Відомість обсягів робіт

Відомість обсягів робіт є сполучною ланкою між технічними розділами та кошторисом. Вона являє собою перелік усіх видів робіт, що підлягають виконанню, з їх кількісними показниками – довжинами, площами, об'ємами, масами, кількістю одиниць. Відомість обсягів робіт формується проєктувальником на основі готових технічних рішень і є вихідним документом для застосування кошторисних норм у кошторисах. Без точної відомості обсягів робіт достовірний кошторис неможливий.

Обсяги робіт знімаються безпосередньо з технічних розділів, причому кожен розділ є джерелом певних видів обсягів (табл. 6.2). Технологічна частина дає перелік і кількість технологічного обладнання, арматури, технологічних трубопроводів. Конструктивна частина дає об'єми бетону, маси арматури та металоконструкцій, обсяги будівельних робіт по будівлях і спорудах. Розділ генерального плану та зовнішніх мереж дає обсяги земляних робіт – об'єми виїмок і насипів траншей і котлованів, довжини зовнішніх трубопроводів. Інженерні розділи дають обсяги робіт з монтажу систем опалення, вентиляції, електропостачання, автоматизації. ГІП координує зняття обсягів так, щоб жоден вид робіт не був пропущений і жоден не був врахований двічі.

Таблиця 6.2

Джерела обсягів робіт у відомості обсягів робіт об'єкта ВВ

Розділ проєкту	Які обсяги дає
Технологічна частина (ТХ)	Обладнання, арматура, технологічні трубопроводи
Конструктивна частина (КЖ / КМ)	Об'єми бетону, маси арматури та металоконструкцій
Генплан і зовнішні мережі (ГП)	Земляні роботи, довжини зовнішніх трубопроводів
Інженерні розділи (ОВ, ЕО, А)	Монтаж систем опалення, вентиляції, електрики, автоматизації
Архітектурно-будівельна (АР)	Оздоблювальні роботи, заповнення прорізів

Для об'єктів водопостачання та водовідведення формування відомості обсягів робіт має специфіку, пов'язану з високою часткою технологічного обладнання та трубопроводів. Особливу увагу потребує розмежування вартості самого обладнання, його монтажу та пусконалагоджувальних робіт.

Вартість обладнання визначається за цінами постачальників. Монтаж обладнання нормується окремо та передбачає його встановлення, закріплення, обв'язку трубопроводами. Пусконалагоджувальні роботи – налагодження обладнання на робочих режимах, випробування, виведення на проєктні параметри – також нормуються окремо. Якщо ці складові переплутані чи пропущені, кошторис буде недостовірним.

Поширеною помилкою у формуванні відомості обсягів робіт для систем водопостачання та водовідведення є неправильний вибір кошторисних норм. Ресурсні елементні кошторисні норми згруповані у збірники за видами робіт, і для зовнішніх мереж водопостачання та каналізації існують свої профільні збірники. Помилкове застосування норм з невідповідних збірників призводить до спотворення вартості. ГІП, хоч і не виконує кошторис особисто, повинен звертати увагу на коректність застосування норм, оскільки це елемент достовірності проєкту.

6.5. Структура кошторисної документації

Кошторисна документація має ієрархічну структуру, що відображає поступове укрупнення вартості від окремих робіт до всього будівництва. Розуміння цієї ієрархії дає змогу ГІПу орієнтуватися в кошторисній частині та контролювати її повноту. В основі ієрархії лежать ресурсні елементні кошторисні норми – бази, що визначають витрати ресурсів на одиницю кожного виду роботи. Вони є нормативним фундаментом, який кошторисник застосовує до обсягів з відомості обсягів робіт.

Першим рівнем кошторисних документів є локальні кошториси, що складаються на окремі види робіт або конструктивні елементи в межах одного об'єкта. Для об'єкта водопостачання це можуть бути окремі локальні кошториси на земляні роботи, на зовнішні мережі, на монтаж технологічного обладнання, на будівельні роботи по будівлі насосної станції. Локальні кошториси об'єднуються в об'єктні кошториси, що зводять вартість усіх робіт по одному об'єкту будівництва. Об'єктні кошториси, зі свого боку, зводяться у зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва – підсумковий документ, що визначає повну вартість усього будівництва.

Зведений кошторисний розрахунок має стандартну структуру з глав, кожна з яких відповідає певній групі витрат (табл. 6.3). Перші глави охоплюють підготовку території будівництва та основні об'єкти. Наступні – допоміжні та обслуговуючі об'єкти, об'єкти енергетичного та

транспортного господарства, зовнішні мережі та споруди, благоустрій території. Окремі глави відведено тимчасовим будівлям і спорудам, потрібним на час будівництва, та іншим роботам і витратам, включно з утриманням служби замовника, проєктними роботами, непередбаченими витратами та податком на додану вартість. Така структура забезпечує, що жодна група витрат не буде пропущена.

Таблиця 6.3

Ієрархія кошторисної документації

Рівень	Документ	Що зводить
Норми	Ресурсні елементні кошторисні норми	Витрати ресурсів на одиницю роботи
Перший	Локальні кошториси	Вартість окремих видів робіт чи елементів
Другий	Об’єктні кошториси	Вартість усіх робіт по одному об’єкту
Третій	Зведений кошторисний розрахунок	Повну вартість усього будівництва за главами

Для ГІПа знання структури зведеного кошторисного розрахунку є інструментом контролю повноти. Переглядаючи зведений розрахунок, він перевіряє, чи відображені всі необхідні витрати: чи врахована підготовка території, чи включені зовнішні мережі, чи передбачені тимчасові будівлі та споруди, чи закладені непередбачені витрати. Відсутність необхідної глави чи позиції означає, що частина витрат не врахована, і фактична вартість будівництва перевищить кошторисну.

6.6. Кошторисне програмне забезпечення

Складання кошторисної документації в Україні виконується за допомогою спеціалізованих програмних комплексів, найпоширенішим з яких є комплекс автоматизованого випуску кошторисів. Розуміння логіки роботи такого комплексу корисне ГІПу, навіть якщо безпосередньо кошторис складає кошторисник, оскільки дає змогу оцінити достовірність і простежуваність результату.

Логіка роботи кошторисного комплексу повторює ієрархію кошторисної документації. Кошторисник створює структуру будови, додає об’єкти, у межах об’єктів формує локальні кошториси. У кожен локальний

кошторис він вносить позиції з відомості обсягів робіт, підбираючи до них відповідні ресурсні елементні кошторисні норми. Програма автоматично розраховує ресурси (трудовитрати, машино-години, матеріали), застосовує поточні ціни та нараховує загальновиробничі й адміністративні витрати та кошторисний прибуток у межах установлених граничних відсотків. На основі локальних кошторисів програма формує об'єктні кошториси та зведений кошторисний розрахунок, а також супутні документи – відомості ресурсів, договірну ціну, акти виконаних робіт.

Кошторисні норми для зовнішніх мереж водопостачання та каналізації згруповані у профільні збірники, відмінні від збірників на загальнобудівельні роботи. Існують окремі збірники на зовнішні мережі водопроводу, на зовнішні мережі каналізації, на внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівель, на пусконалагоджувальні роботи для споруд водопостачання та каналізації. Земляні роботи нормуються за своїм збірником. Правильний підбір збірника є умовою достовірності кошторису, і помилка тут – застосування норм на роботи іншого виду – спотворює вартість. ГІП, контролюючи кошторис, звертає увагу на відповідність застосованих норм характеру робіт.

Профільні збірники для ВВ: для зовнішніх мереж водопостачання та каналізації застосовуються окремі профільні збірники кошторисних норм, а не загальнобудівельні. Поширена помилка – застосування норм із невідповідного збірника. ГІП має звертати увагу на відповідність застосованих норм характеру робіт, навіть не складаючи кошторис особисто.

6.7. Цифрове формування обсягів: BIM і кошторис

Інформаційне моделювання відкриває можливість автоматичного формування обсягів робіт безпосередньо з моделі, що є одним із вимірів BIM, який часто називають п'ятим, пов'язуючи його з вартістю. Замість ручного зняття обсягів із креслень обсяги витягуються з моделі, де кожен елемент має свої геометричні та інформаційні характеристики. Це зменшує трудомісткість та ризик помилок і забезпечує узгодженість обсягів з моделлю.

Технічно це реалізується двома шляхами. Перший – використання специфікацій, що формуються безпосередньо в середовищі моделювання будівель: модель автоматично підраховує об'єми бетону, площі стін,

довжини та діаметри трубопроводів, кількість елементів обладнання. Другий – використання спеціалізованого середовища кількісного аналізу, у яке завантажується об’єднана модель і де елементи моделі зіставляються з кошторисними позиціями. Отримані обсяги експортуються та передаються в кошторисний комплекс для формування локальних кошторисів.

Перевага цифрового формування обсягів полягає не лише у зменшенні трудомісткості, а й у забезпеченні узгодженості. Коли обсяги витягуються з моделі, вони автоматично відповідають проєктним рішенням, а за зміни моделі оновлюються. Це безпосередньо реалізує простежуваність ланцюга від проєктного рішення до кошторисної позиції, про яку йшлося на початку розділу. Водночас цифрове формування обсягів має обмеження: воно потребує коректного кодування елементів моделі відповідно до структури кошторисних норм, інакше зіставлення обсягів з нормами буде неможливим або помилковим. Тому впровадження BIM-кошторисування потребує узгодження правил моделювання з кошторисною структурою ще на ранніх стадіях, що закріплюється в плані реалізації BIM.

Для ГІПа цифрове формування обсягів є інструментом підвищення достовірності кошторису, але не скасуванням інженерного контролю. Модель може давати точні геометричні обсяги, але якщо елементи змодельовані з неправильними характеристиками чи неправильно зіставлені з нормами, автоматично сформовані обсяги будуть помилковими. Тому ГІП поєднує переваги автоматизації з критичною перевіркою, як і в інших аспектах BIM-проєктування, розглянутих у попередніх розділах.

6.8. Проєкт організації будівництва та проєкт виконання робіт

Завершальним аспектом проєкту є організація будівництва – питання про те, як, у якій послідовності та якими методами об’єкт буде збудовано. Цьому присвячено два різні документи, які молоді інженери часто плутають: проєкт організації будівництва та проєкт виконання робіт. Розуміння їх відмінності є важливим елементом професійної грамотності.

Проєкт організації будівництва є розділом проєктної документації, що розробляється проєктувальником у складі затверджуваної стадії. Він містить рішення з організації будівництва об’єкта в цілому: загальну послідовність і методи будівництва, потребу в ресурсах, тривалість будівництва, рішення щодо тимчасових будівель і споруд, основні заходи з безпеки. Проєкт організації будівництва проходить експертизу разом з усім проєктом і затверджується. Він відповідає на питання, що та у якій послідовності

будується на рівні об’єкта, і є основою для планування та для подальшої деталізації.

Проєкт виконання робіт є іншим за призначенням і за автором документом. Він розробляється не проєктувальником, а будівельною підрядною організацією на основі робочої документації та проєкту організації будівництва. Проєкт виконання робіт деталізує технологію, організацію та умови виконання конкретних робіт, які виконує ця підрядна організація: технологічні карти, схеми виконання робіт, графіки, рішення з безпеки на конкретних операціях. Він відповідає на питання, як саме виконувати роботи на рівні окремих процесів, і є робочим інструментом будівельників, а не частиною проєкту, що проходить експертизу.

Різниця між цими документами відображає різницю між проєктуванням і будівництвом (табл. 6.4). Проєкт організації будівництва – це погляд проєктувальника, який задає рамку: загальну послідовність, методи, обмеження. Проєкт виконання робіт – це погляд будівельника, який у межах цієї рамки організовує конкретне виконання. Проєкт виконання робіт узгоджується з проєктом організації будівництва за основними показниками, але деталізує їх відповідно до реальних умов і можливостей підрядника. Для ГІПа важливо розуміти цю межу: проєкт організації будівництва є його зоною відповідальності як частина проєкту, тоді як проєкт виконання робіт перебуває в зоні відповідальності підрядника.

6.9. Особливості кошторисів на технологічне обладнання об’єктів водопостачання та водовідведення

Об’єкти водопостачання та водовідведення вирізняються високою часткою технологічного обладнання у вартості, тому кошториси на обладнання потребують особливої уваги. Вартість, пов’язана з обладнанням, розкладається на три частини, які мають бути чітко розмежовані: вартість самого обладнання, вартість його монтажу та вартість пусконалагоджувальних робіт.

Таблиця 6.4

Відмінність проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт

Ознака	Проєкт організації будівництва	Проєкт виконання робіт
Хто розробляє	Проєктувальник	Будівельна підрядна організація
Коли розробляється	У складі затверджуваної стадії	Після робочої документації, перед будівництвом
Рівень деталізації	Об’єкт у цілому	Конкретні роботи та процеси
Відповідає на питання	Що та у якій послідовності будувати	Як саме виконувати роботи
Експертиза	Проходить у складі проєкту	Не є частиною проєкту

Вартість обладнання – це ціна придбання насосів, повітродувок, решіток, фільтрів, дозувальних установок, запірної арматури в постачальників. Вона визначається за комерційними пропозиціями та залежить від конкретних обраних моделей. Для імпортного обладнання й обладнання індивідуального виготовлення, як зазначалося в розділі про склад документації, вихідні дані надаються замовником, і відсутність цих даних унеможливлює коректне визначення вартості. Монтаж обладнання – це роботи з його встановлення, закріплення на фундаментах, обв’язки трубопроводами, підключення; він нормується за відповідними кошторисними нормами окремо від вартості самого обладнання.

Пусконалагоджувальні роботи є окремою і часто недооцінюваною складовою. Для об’єктів водопостачання та водовідведення вони мають особливе значення, оскільки технологічне обладнання потребує налагодження на робочих режимах, випробування та виведення на проєктні параметри. Насосні станції випробовують на робочих режимах, очисні споруди налагоджують на реальних стічних водах, доводячи біологічні процеси до проєктної ефективності. Пусконалагоджувальні роботи нормуються за окремим збірником і не повинні ні пропускатися, ні змішуватися з монтажем. ГІП забезпечує, щоб усі три складові – обладнання, монтаж, пусконалагодження – були враховані повно та без дублювання.

За потреби враховується також шефмонтаж – нагляд представників постачальника за монтажем складного обладнання, якщо це передбачено умовами постачання. Кошти на шефмонтаж визначаються окремим розрахунком. Усі ці особливості роблять кошторисну частину об’єктів водопостачання та водовідведення складнішою, ніж для звичайних будівель, і вимагають від ГІПа уважного контролю повноти та коректності кошторисів на технологічну частину.

6.10. Управління завершальними розділами з позиції ГІПа

Завершальні розділи проєкту вимагають від ГІПа особливого роду уваги, оскільки саме в них сходяться результати всіх технічних частин. Контроль починається з повноти відомості обсягів робіт: ГІП перевіряє, що обсяги зняті з усіх технічних розділів, що жоден вид робіт не пропущений і жоден не врахований двічі, що обсяги відповідають проєктним рішенням. Особливу увагу він приділяє розмежуванню обладнання, монтажу та пусконалагодження для технологічної частини.

Далі ГІП контролює достовірність кошторису: відповідність застосованих кошторисних норм характеру робіт, коректність застосування граничних відсотків і коефіцієнтів воєнного часу, обґрунтованість цін на матеріали та обладнання. Він перевіряє повноту зведеного кошторисного розрахунку за главами, переконуючись, що всі необхідні групи витрат враховані. Наскрізною вимогою є простежуваність ланцюга від проєктного рішення до кошторисної позиції, що забезпечує достовірність і дає змогу виявити неузгодженості.

Нарешті, ГІП контролює розділ організації будівництва, перевіряючи реалістичність прийнятої послідовності та методів, узгодженість з рішенням про черги будівництва та пускові комплекси, повноту заходів безпеки. Він пам’ятає про межу між проєктом організації будівництва, що є його зоною відповідальності, і проєктом виконання робіт, що належить підряднику. Узгодженість усіх цих елементів – точна відомість обсягів робіт, достовірний кошторис, реалістична організація будівництва – є завершальним свідченням якості інтеграції проєкту, за яку відповідає головний інженер.

Висновки

Завершальні розділи проєкту – відомість обсягів робіт, кошторисна документація та проєкт організації будівництва – переводять технічні рішення у вартісну й організаційну площину. Для ГІПа кошторис є дзеркалом

цілісності проєкту, у якому проявляється будь-яка неузгодженість технічних розділів, а простежуваність ланцюга від проєктного рішення до кошторисної позиції є водночас вимогою достовірності та інструментом контролю.

Вартість будівництва формується пошарово – від прямих витрат до загальновиробничих і адміністративних витрат, кошторисного прибутку та податків, причому в умовах воєнного часу низку складових установлено у вигляді граничних відсотків. Відомість обсягів робіт є сполучною ланкою між технічними розділами та кошторисом, а кошторисна документація має ієрархічну структуру від локальних кошторисів до зведеного кошторисного розрахунку. Для об'єктів водопостачання та водовідведення особливе значення має розмежування вартості обладнання, його монтажу та пусконалагоджувальних робіт, а також правильний вибір профільних кошторисних норм.

Цифрове формування обсягів з інформаційної моделі підвищує достовірність і узгодженість кошторису, реалізуючи простежуваність проєктних рішень, але потребує коректного кодування елементів і не скасовує інженерного контролю. Проєкт організації будівництва, що є частиною проєкту, слід відрізняти від проєкту виконання робіт, що розробляється підрядником. Завершальна функція ГІПа полягає в забезпеченні узгодженості точної відомості обсягів робіт, достовірного кошторису та реалістичної організації будівництва – у чому і проявляється якість інтеграції всього проєкту. На цьому завершується розгляд базового циклу комплексного проєктування систем водопостачання та водовідведення, від професійної рамки й нормативної бази через склад документації та технологічні рішення до вартості й організації будівництва.

Запитання для самоконтролю

1. Чому кошторис називають дзеркалом цілісності проєкту і що таке простежуваність ланцюга «рішення – обсяг – позиція»?
2. З яких складових формується вартість будівництва і як змінився порядок їх визначення в умовах воєнного часу?
3. Порівняйте ресурсний і базисно-індексний методи ціноутворення та сферу їх застосування.
4. Що таке відомість обсягів робіт і з яких розділів знімаються обсяги для об'єкта ВВ?
5. Опишіть ієрархію кошторисної документації від норм до зведеного кошторисного розрахунку.

6. Яку структуру має зведений кошторисний розрахунок і як ГІП використовує її для контролю повноти?
7. Як реалізується цифрове формування обсягів з інформаційної моделі та які в нього обмеження?
8. Чим відрізняються проєкт організації будівництва та проєкт виконання робіт?
9. Як розмежовуються вартість обладнання, його монтаж і пусконалагоджувальні роботи для об’єктів ВВ?
10. Чому для зовнішніх мереж водопостачання та каналізації важливий правильний вибір профільних кошторисних норм?
11. Що контролює ГІП у завершальних розділах проєкту?

Практичне завдання

Для об’єкта водопостачання або водовідведення, технологічну частину якого ви розробляли в попередніх розділах, складіть фрагмент відомості обсягів робіт на одну із частин – наприклад, на монтаж обладнання насосної станції або на влаштування ділянки зовнішньої мережі. Для кожної позиції зазначте найменування роботи, одиницю виміру та кількість і вкажіть, з якого технічного розділу та з якого креслення взято обсяг. Окремо для технологічного обладнання розмежуйте три складові вартості – обладнання, монтаж, пусконалагодження – і поясніть, чому їх не можна змішувати. Складіть також укрупнену структуру зведеного кошторисного розрахунку для цього об’єкта, зазначивши, які глави обов’язково мають бути заповнені.

Література

Настанова з визначення вартості будівництва : затверджена наказом Мінрегіону від 01.11.2021 № 281, зі Змінами № 1–5.

Постанова Кабінету Міністрів України від 19.11.2025 № 1512 «Деякі особливості визначення вартості будівництва в умовах воєнного стану».

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво». Зі Змінами № 1, № 2.

Ресурсні елементні кошторисні норми України. Профільні збірники на зовнішні мережі водопостачання та каналізації, на пусконалагоджувальні роботи для споруд водопостачання та каналізації.

ДСТУ ISO 19650 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням».

Тема 7. Архітектурно-будівельна частина. Проєктування в середовищі Autodesk Revit

Технологічна частина, розглянута в попередніх розділах, визначає, що об’єкт робить. Архітектурно-будівельна частина визначає, у яких будівлях і спорудах це відбувається. Для об’єктів водопостачання та водовідведення архітектура є переважно утилітарною, підпорядкованою технології, але це не зменшує її значення. Саме архітектор забезпечує, щоб обладнання можна було розмістити, змонтувати, обслуговувати та за потреби демонтувати, щоб персонал мав нормальні умови праці, щоб були дотримані вимоги пожежної безпеки до шляхів евакуації та щоб будівля відповідала містобудівним і санітарним нормам. Ця тема розкриває зміст архітектурно-будівельної частини проєкту та показує, як вона реалізується в середовищі інформаційного моделювання будівель Autodesk Revit, що є основним інструментом для цієї частини в сучасній практиці.

Матеріал побудовано так, щоб майбутній головний інженер проєкту розумів не лише склад архітектурного розділу, а й логіку його зв’язку з технологією та конструкціями, а також можливості та обмеження цифрового інструмента. Як і в попередніх розділах, програмне забезпечення розглядається не як набір команд, а як інструмент професійного мислення: важливо розуміти, яку задачу вирішує Revit, які вихідні дані потрібні, який результат отримується і як ГІП перевіряє придатність цього результату.

7.1. Зміст і призначення архітектурно-будівельної частини

Архітектурно-будівельна частина, що позначається маркою архітектурних рішень, визначає об’ємно-планувальну організацію будівель і споруд об’єкта. Вона містить плани поверхів із розташуванням приміщень, дверей, прорізів та обладнання, розрізи, що показують висотну організацію, фасади, вузли та деталі, специфікації заповнення прорізів, відомості оздоблення, а також пояснювальну записку з обґрунтуванням прийнятих рішень. Для об’єкта водопостачання чи водовідведення архітектурна частина охоплює будівлі насосних станцій, водоочисних і очисних споруд, реагентного господарства, адміністративно-побутові корпуси, а також надземні частини заглиблених споруд.

Особливість архітектури об’єктів водопостачання та водовідведення полягає в тому, що вона підпорядкована технологічному процесу. На відміну від житлових чи громадських будівель, де архітектурне рішення значною

мірою самоцінне, тут форма будівлі диктується технологією: розмірами та розташуванням обладнання, потребою в монтажних і ремонтних зонах, вимогами до доступу й обслуговування. Архітектор не вигадує об'ємно-планувальне рішення вільно, а формує його навколо технологічного компонування, отриманого від технолога. Це робить архітектурну частину об'єктів ВВ значною мірою інженерною, а не художньою задачею.

Водночас архітектурна частина зберігає всі свої класичні функції. Вона забезпечує дотримання вимог до умов праці персоналу – освітлення, висоти приміщень, санітарно-побутового забезпечення. Вона реалізує вимоги пожежної безпеки до шляхів евакуації, ступеня вогнестійкості, протипожежних перешкод. Вона враховує містобудівні умови та вимоги до зовнішнього вигляду, особливо коли об'єкт розташований у межах населеного пункту. Нарешті, вона забезпечує доступність для маломобільних груп населення там, де це передбачено призначенням приміщень. Усі ці вимоги архітектор інтегрує в єдине рішення, а ГІП контролює їх дотримання.

Примітка. Архітектура об'єктів водопостачання та водовідведення підпорядкована технології: форма будівлі формується навколо технологічного компонування. Тому архітектурна частина не може початися, доки технолог не передав габарити обладнання, його розташування, монтажні вимоги та навантаження. Це прямий наслідок провідної ролі технологічної частини, розглянутої в темі 4.

7.2. Нормативна основа архітектурно-будівельних рішень

Архітектурно-будівельна частина спирається на широкий набір нормативних документів. Загальні вимоги до будівель адміністративного та побутового призначення регламентуються відповідним ДБН, до промислових будівель – своїм. Для об'єктів водопостачання та водовідведення характерне поєднання виробничих будівель – машинних залів, споруд водопідготовки й очищення – з адміністративно-побутовими приміщеннями, тому застосовуються обидві групи норм.

Окрему групу становлять вимоги пожежної безпеки, що визначають ступінь вогнестійкості будівель, допустимі площі поверхів, протипожежні відстані, шляхи евакуації. Для приміщень об'єктів ВВ важливим є визначення категорії з вибухопожежної небезпеки, що детально розглядатиметься в розділі про безпеку, але впливає вже на архітектурні

рішення – на матеріали конструкцій, на необхідність легкоскидних огороджень, на планування. Санітарні вимоги визначають умови праці, інсоляцію, мікроклімат приміщень. Вимоги доступності визначають облаштування для маломобільних груп.

Для ГІПа важливо, що архітектурна частина є місцем сходження вимог багатьох розділів. Технологія задає компонування, пожежна безпека – вогнестійкість і евакуацію, санітарні норми – умови праці, конструкції – несучу систему. Архітектор інтегрує ці вимоги в об'ємно-планувальне рішення, а ГІП перевіряє, щоб жодна з них не була порушена та щоб рішення були взаємно несуперечливими. Архітектурна частина в цьому сенсі є зменшеною моделлю всього проєкту – у ній, як у фокусі, сходяться вимоги різних дисциплін.

7.3. Autodesk Revit як інструмент інформаційного моделювання будівель

Autodesk Revit є провідним інструментом інформаційного моделювання будівель і основним середовищем для розроблення архітектурно-будівельної, а також конструктивної та інженерної частин будівель і споруд. На відміну від традиційного креслення, де лінії на площині не несуть інформації про об'єкти, які вони зображують, Revit оперує параметричними об'єктами – стінами, перекриттями, дверима, обладнанням, – кожен з яких має геометрію та набір інформаційних характеристик. Модель Revit є не сукупністю креслень, а єдиною базою даних про будівлю, з якої креслення, специфікації та візуалізації формуються автоматично.

Принципова перевага такого підходу для архітектурної частини полягає в узгодженості. У традиційному кресленні план, розріз і фасад є окремими зображеннями, які проєктувальник має узгоджувати вручну; зміна на плані потребує ручного внесення відповідних змін у розріз і фасад, і розбіжності між ними є типовим джерелом помилок. У Revit план, розріз і фасад є різними виглядами однієї моделі, тому зміна моделі автоматично відображається в усіх виглядах. Це усуває цілий клас помилок узгодженості та вивільняє увагу проєктувальника для змістовних рішень.

Для ГІПа модель Revit є інструментом контролю та координації. Тривимірна модель дає змогу побачити будівлю цілісно, перевірити взаємне розташування елементів, виявити очевидні проблеми компонування ще до детального опрацювання. Інформаційна насиченість моделі дає можливість

автоматично отримувати специфікації та відомості, що є вихідними даними для відомості обсягів робіт. Нарешті, модель Revit є одним із джерел об’єднаної інформаційної моделі, у якій виконується координація між дисциплінами, розглянута в розділі про BIM. Однак ГІП має пам’ятати, що модель цінна лише настільки, наскільки правильні закладені в неї дані; красива модель із неправильними характеристиками елементів дає хибне відчуття безпеки.

7.4. Базова структура моделі: рівні та осі

Робота над архітектурною моделлю в Revit починається з визначення базової координатної структури – рівнів і осей. Рівні є горизонтальними площинами, що відповідають характерним висотним позначкам будівлі: рівню підлоги поверхів, рівню перекриттів, рівню даху. Для будівлі насосної станції характерними рівнями є рівень підлоги машинного залу, рівень дна заглибленого приймального приямка, рівень перекриття над машинним залом. Рівні задають висотну організацію моделі, і всі елементи прив’язуються до них, тому правильне визначення рівнів на самому початку є умовою коректності всієї подальшої роботи.

Осі утворюють координатну сітку в плані. Вони задають положення основних несучих конструкцій – колон і стін – і є спільною системою координат для всіх дисциплін. Буквені осі в одному напрямку та цифрові в перпендикулярному утворюють сітку, на перетинах якої розташовуються конструктивні елементи. Принципово важливо, що осі є спільними для архітектурної, конструктивної та інженерної моделей: саме завдяки спільній осьовій сітці моделі різних дисциплін поєднуються в просторі при координації. Якщо осі різних моделей не збігаються, об’єднана модель буде некоректною.

Висотні позначки рівнів мають відповідати технологічному завданню. Рівень підлоги машинного залу, рівень дна приймального резервуара, відмітки введення та виведення трубопроводів задаються технологом виходячи з гідравлічної схеми, і архітектор переносить їх у рівні моделі. Помилка в позначках на цьому етапі поширюється на всю модель і призводить до невідповідності між архітектурним, технологічним і конструктивним рішеннями. Тому ГІП звертає увагу на узгодженість висотної організації моделі з технологічним завданням ще на ранньому етапі моделювання.

7.5. Конструктивні та огороджувальні елементи моделі

Після визначення базової структури архітектор моделює основні елементи будівлі – стіни, перекриття, покриття. У Revit ці елементи є параметричними: стіна задається своїм типом, що визначає її структуру та матеріали, висотою, прив'язкою до рівнів. Для виробничих будівель об'єктів ВВ зовнішні стіни часто виконуються із залізобетонних панелей або цегли, внутрішні перегородки відокремлюють приміщення різного призначення. Перекриття моделюються як горизонтальні елементи з прив'язкою до рівнів, покриття – як завершальний елемент будівлі.

Заглиблені частини об'єктів водопостачання та водовідведення – приймальні резервуари насосних станцій, заглиблені споруди очищення – є переважно водонепроникними залізобетонними конструкціями. У моделі вони можуть розроблятися як конструктивні стіни та перекриття, що належать до конструктивної частини, розглянутої в наступному розділі, але архітектор враховує їх в об'ємно-планувальному рішенні. Координація між архітектурною та конструктивною моделями тут особливо важлива, оскільки заглиблені споруди є водночас несучими конструкціями й огороджувальними елементами, що утримують воду.

Прорізи для пропуску технологічних трубопроводів крізь стіни та перекриття є критичним елементом, що пов'язує архітектуру, конструкції і технологію. Технологічні трубопроводи проходять крізь будівельні конструкції, і для цього в них мають бути передбачені прорізи із закладними деталями. Розташування цих прорізів задається технологом, реалізується в архітектурній і конструктивній моделях і перевіряється на координації. Невідповідність між положенням трубопроводу та прорізу є типовою колізією, яку виявляють у середовищі координації; її виявлення на стадії моделювання набагато дешевше, ніж виявлення на будівельному майданчику, де доводиться пробивати конструкції.

⚠ **Увага!** Прорізи для технологічних трубопроводів у стінах і перекриттях є місцем сходження трьох дисциплін: технології, що задає положення трубопроводу, архітектури та конструкцій, що передбачають проріз. Невідповідність між ними – одна з найтиповіших колізій. ГІП забезпечує, щоб положення прорізів узгоджувалося між розділами в моделі, а не з'ясовувалося на майданчику.

7.6. Сімейства: моделювання обладнання та елементів

Одним із центральних понять Revit є сімейства – параметричні шаблони об'єктів певного типу. Сімейство дверей описує двері взагалі, а конкретні двері в моделі є екземпляром цього сімейства з певними розмірами. Сімейства поділяються на системні, вбудовані в Revit (стіни та перекриття), і завантажувані, що зберігаються в окремих файлах і додаються в модель (двері, вікна, обладнання). Для об'єктів водопостачання та водовідведення особливе значення мають сімейства технологічного обладнання – насосів, засувок, решіток, фільтрів.

Проблема полягає в тому, що стандартні бібліотеки Revit не містять багатьох видів специфічного обладнання водопостачання та водовідведення. Насос певної марки, засувка великого діаметра, спеціальна решітка можуть не мати готового сімейства. У цьому випадку проєктувальник має кілька варіантів: завантажити сімейство з бібліотеки виробника обладнання, якщо вона існує, скористатися спеціалізованими онлайн-бібліотеками або створити власне сімейство в редакторі сімейств Revit. Створення власних сімейств є важливою навичкою для проєктування об'єктів ВВ, де нестандартного обладнання багато.

Для ГІПа важливо розуміти принцип, який часто недооцінюють початківці: у BIM-моделі інформація важливіша за геометричну досконалість. Сімейство насоса не обов'язково має точно відтворювати всі деталі реального агрегату; значно важливіше, щоб воно мало правильні габарити, правильне розташування приєднань і правильно заповнені інформаційні параметри – марку, продуктивність, напір, потужність, масу. Саме ці параметри використовуються для перевірок, специфікацій і передачі даних суміжникам. Надмірна деталізація геометрії сімейства марнує ресурси, тоді як правильні параметри забезпечують функціональність моделі. Тому в разі браку готового сімейства доцільно швидко створити спрощене сімейство з правильними габаритами та параметрами, а не витрачати час на пошук досконалої геометрії.

Принцип BIM: у моделі інформація важливіша за геометричну досконалість. Спрощене сімейство насоса з правильними габаритами, приєднаннями та заповненими параметрами – маркою, продуктивністю, напором, потужністю, масою – функціональніше за детальну геометрію без інформації. Параметри використовуються для перевірок, специфікацій і передачі даних суміжникам.

7.7. Приміщення, площі та специфікації

Revit дає змогу визначати приміщення як інформаційні об’єкти, що займають простір між стінами та мають набір характеристик – назву, призначення, площу, оздоблення. Визначення приміщень є не формальністю, а основою для низки автоматичних розрахунків і перевірок. На основі приміщень формується відомість приміщень із їх площами, що є частиною архітектурної документації. Призначення приміщень використовується для перевірки відповідності санітарним і пожежним вимогам.

Специфікації є одним із найпотужніших інструментів Revit. Специфікація – це таблиця, що автоматично формується з моделі та містить перелік елементів певного типу з їх характеристиками. Специфікація дверей перелічує всі двері моделі з їх розмірами та типами, специфікація обладнання – усе обладнання з його параметрами. Принципова цінність специфікацій у тому, що вони пов’язані з моделлю: за зміни моделі специфікація оновлюється автоматично, тому розбіжність між кресленнями та переліками, типова для традиційного проєктування, усувається.

Для ГІПа специфікації є важливим джерелом даних для відомості обсягів робіт, розглянутої в попередньому розділі. Об’єми матеріалів, кількість елементів обладнання, площі приміщень, довжини трубопроводів можуть витягуватися з моделі через специфікації та передаватися в кошторисну частину. Це безпосередньо реалізує простежуваність ланцюга від проєктного рішення до кошторисної позиції. Однак, як і в інших аспектах BIM, автоматичні специфікації достовірні лише настільки, наскільки правильні дані в моделі, тому ГІП поєднує використання специфікацій з критичною перевіркою.

7.8. Вигляди, аркуші та випуск документації

Хоча модель Revit є єдиною базою даних, проєктна документація традиційно випускається у вигляді креслень на аркушах. Revit реалізує перехід від моделі до документації через систему виглядів і аркушів. Вигляд – це певне представлення моделі: план поверху, розріз, фасад, тривимірний вигляд, фрагмент. Вигляди формуються з моделі автоматично й оновлюються при її зміні. Проєктувальник налаштовує вигляди – масштаб, деталізацію, видимість елементів, щоб вони відповідали вимогам до креслень.

Аркуш є макетом креслення з рамкою та основним написом, на який розміщуються вигляди. Перетягуючи вигляди на аркуші, проєктувальник формує комплект креслень. Анотації – розміри, позначки, виноски, текстові пояснення – додаються до виглядів і відображаються на аркушах. Готовий комплект аркушів експортується у формати, придатні для передачі замовнику та для проходження експертизи. Таким чином, Revit забезпечує повний цикл від моделі до випущеної документації, зберігаючи зв'язок між ними.

Для ГІПа важливо, що зв'язок між моделлю та документацією зменшує ризик розбіжностей, але не скасовує потреби в перевірці випущеної документації. Автоматично сформовані креслення можуть містити помилки, що походять із помилок моделі або з неправильного налаштування виглядів. Тому контроль випущеної документації лишається обов'язком ГІПа, хоча характер цього контролю змінюється: замість пошуку розбіжностей між кресленнями увага переноситься на змістовну правильність рішень і на коректність моделі, з якої креслення сформовані.

7.9. Особливості архітектурного проєктування об'єктів ВВ

Архітектурне проєктування різних об'єктів водопостачання та водовідведення має свою специфіку, яку корисно розглянути на характерних прикладах. Будівля насосної станції організовується навколо машинного залу, висота якого визначається умовами монтажу й обслуговування насосних агрегатів, у тому числі потребою в підіймальному обладнанні. До машинного залу прилягають щитова, побутові приміщення, за потреби – приміщення для зберігання запасних частин. Заглиблена частина – приймальний приямок – є водонепроникною залізобетонною спорудою, доступ до якої організовується з дотриманням вимог безпеки.

Водоочисна станція є комплексом, що поєднує будівлі та відкриті споруди. Будівлі реагентного господарства, фільтрувальний зал, хлораторне господарство, лабораторія, адміністративно-побутовий корпус поєднуються з відкритими залізобетонними спорудами – відстійниками, освітлювачами, резервуарами. Архітектурне рішення має забезпечити функціональне зонування майданчика, технологічну послідовність споруд, поділ на чисту та брудну зони, зручність обслуговування. Хлорне господарство, якщо застосовується газоподібний хлор, потребує особливих рішень з огляду на небезпеку, що впливає на планування та конструкції.

Каналізаційні насосні станції малої та середньої потужності часто виконуються у вигляді заглиблених шахтних споруд із зануреними насосами та мінімальною надземною частиною. Архітектурне рішення тут зведене до облаштування надземного павільйону для керуючого обладнання та забезпечення доступу до заглибленої частини. Очисні споруди стічних вод, як і водоочисні станції, є комплексом будівель і відкритих споруд, де архітектура підпорядкована технологічній послідовності очищення. У всіх цих випадках архітектор працює в тісному зв'язку з технологом, і ГІП координує цю взаємодію.

7.10. Управління архітектурно-будівельною частиною з позиції ГІПа

Контроль архітектурно-будівельної частини з боку ГІПа починається з перевірки відповідності архітектурного рішення технологічному завданню. ГІП переконується, що габарити приміщень відповідають розмірам обладнання та монтажним вимогам: передбачаються зони обслуговування та ремонту, висотні позначки узгоджуються з технологічною схемою, передбачені прорізи для трубопроводів узгоджені з конструкціями. Це перевірка зв'язку архітектури з технологією, що є першочерговою для об'єктів ВВ.

Далі ГІП перевіряє дотримання нормативних вимог: відповідність ступеня вогнестійкості, наявність і достатність евакуаційних шляхів, дотримання санітарних вимог до умов праці, забезпечення доступності там, де вона потрібна. Він перевіряє узгодженість архітектурної моделі з конструктивною та з інженерними розділами. Ця перевірка узгодженості між дисциплінами є серцевиною координаційної функції ГІПа.

У BIM-орієнтованому проєктуванні значна частина перевірки узгодженості виконується в середовищі координації через виявлення колізій, що розглядається в розділі про BIM. Однак ГІП не покладається повністю на автоматичні перевірки. Він поєднує їх з інженерним аналізом, перевіряючи не лише відсутність геометричних колізій, а й функціональну правильність рішень: чи зручно обслуговувати обладнання, чи достатні проходи, чи раціональне зонування, чи враховані вимоги експлуатації. Архітектурно-будівельна частина, попри свою утилітарність для об'єктів ВВ, потребує такої самої уваги ГІПа, як і технологічна, оскільки саме в ній технологічне рішення набуває матеріальної форми будівлі.

Висновки

Архітектурно-будівельна частина переводить технологічне рішення в матеріальну форму будівель і споруд. Для об'єктів водопостачання та водовідведення вона є переважно утилітарною та підпорядкованою технології, але зберігає всі класичні функції – забезпечення умов праці, пожежної безпеки, санітарних вимог, доступності. Архітектурна частина є місцем сходження вимог багатьох розділів, що робить її зменшеною моделлю всього проєкту.

Основним інструментом архітектурно-будівельної частини є середовище інформаційного моделювання будівель Autodesk Revit, яке оперує параметричними об'єктами та забезпечує автоматичну узгодженість виглядів, специфікацій і документації. Робота над моделлю починається з базової структури рівнів та осей, узгодженої з технологічним завданням і спільної для всіх дисциплін, продовжується моделюванням конструктивних та огороджувальних елементів, сімейств обладнання, визначенням приміщень і завершується випуском документації через систему виглядів та аркушів.

Ключовими для об'єктів ВВ є зв'язок архітектури з технологією, узгодження прорізів для трубопроводів між дисциплінами, правильне інформаційне наповнення сімейств обладнання. Функція ГІПа полягає в контролі відповідності архітектурного рішення технологічному завданню та нормативним вимогам і в забезпеченні узгодженості архітектурної моделі з конструктивною та інженерними.

Запитання для самоконтролю

1. Чому архітектура об'єктів водопостачання та водовідведення є переважно утилітарною та підпорядкованою технології?
2. Які функції, крім розміщення обладнання, виконує архітектурно-будівельна частина?
3. У чому полягає принципова перевага інформаційної моделі Revit перед традиційним кресленням?
4. Яку роль відіграють рівні та осі та чому вони мають бути спільними для всіх дисциплін?
5. Чому прорізи для технологічних трубопроводів є критичним місцем сходження дисциплін?
6. Що таке сімейства в Revit і чому інформація в сімействі важливіша за геометричну досконалість?

7. Як специфікації Revit пов’язані з відомістю обсягів робіт?
8. Як Revit забезпечує перехід від моделі до випущеної документації?
9. У чому полягає специфіка архітектурного проєктування насосної станції та водоочисної станції?
10. Що перевіряє ГІП в архітектурно-будівельній частині та чому автоматичні перевірки не скасовують інженерного аналізу?

Практичне завдання

Для будівлі насосної станції, технологічне рішення якої ви розробляли в попередніх розділах, складіть концепцію архітектурно-будівельного рішення. Визначте набір характерних рівнів і поясніть, як їх висотні позначки пов’язані з технологічним завданням. Складіть перелік приміщень із зазначенням їх призначення та орієнтовних вимог до площі та висоти, обґрунтувавши ці вимоги розмірами обладнання й умовами обслуговування. Опишіть, які прорізи для технологічних трубопроводів мають бути передбачені та з якими розділами ви як ГІП узгодите їх положення. Поясніть, які інформаційні параметри ви вимагали б закласти в сімейство насосного агрегату та навіщо.

Література

ДБН В.2.2-28 «Будинки адміністративного та побутового призначення».

ДБН В.2.2 щодо промислових будівель і споруд.

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги».

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди».

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».

Документація користувача Autodesk Revit (Autodesk Help).

ДСТУ ISO 19650 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням».

Тема 8. Конструктивна частина: залізобетонні та металеві конструкції

Архітектурна частина визначає форму будівель і споруд, але цій формі потрібна несуча здатність – спроможність витримувати навантаження, не руйнуючись і не деформуючись понад допустимі межі. Цю спроможність забезпечує конструктивна частина проєкту. Для об'єктів водопостачання та водовідведення конструктивна частина має особливе значення, оскільки ключові споруди – резервуари, відстійники, аеротенки, метантенки – є водонепроникними залізобетонними ємностями, що утримують воду чи стічні рідини. Помилка в конструкції такої споруди означає її протікання, тобто фактичну непрацездатність. Тому конструктивна частина об'єктів ВВ є не загальнобудівельною рутиною, а відповідальною інженерною задачею із власною специфікою.

Ця тема розкриває зміст конструктивної частини, особливості розрахунку залізобетонних ємнісних споруд, застосування металевих конструкцій і реалізацію конструктивних рішень у середовищах інформаційного моделювання. Як і в попередніх темах, акцент робиться не на детальних методиках розрахунку, що є предметом спеціальних конструкторських дисциплін, а на розумінні логіки, зв'язків з іншими розділами та контрольних функцій головного інженера проєкту, який не замінює конструктора, але повинен розуміти його роботу настільки, щоб ставити завдання та перевіряти результат.

8.1. Зміст і завдання конструктивної частини

Конструктивна частина проєкту визначає несучі та огороджувальні конструкції будівель і споруд, їх матеріали, розміри, армування, з'єднання. Залежно від матеріалу та типу конструкцій вона поділяється на кілька марок: конструкції залізобетонні, конструкції металеві, а також деталювання металевих конструкцій, що є подальшою деталізацією для виготовлення. Склад конструктивної частини включає розрахункові схеми, обґрунтування навантажень, розрахунки несучої здатності та деформацій, креслення конструкцій, схеми армування, специфікації арматури та металопрокату, вузли та деталі з'єднань.

Завдання конструктивної частини полягає в забезпеченні двох груп вимог: вимоги несучої здатності, тобто здатності конструкції витримувати прикладені навантаження без руйнування; вимоги придатності до

експлуатації, тобто здатності конструкції працювати без надмірних деформацій, тріщин чи інших проявів, що порушують нормальну експлуатацію. Для більшості будівель друга група вимог стосується прогинів і розкриття тріщин. Для ємнісних споруд водопостачання та водовідведення вона набуває особливого значення, оскільки включає водонепроникність: тріщини, що пропускають воду, роблять споруду непридатною незалежно від її несучої здатності.

Для ГІПа конструктивна частина є розділом, що тісно пов'язаний із технологією та архітектурою. Навантаження на конструкції визначаються технологічним обладнанням, гідростатичним тиском рідини в ємностях, тиском ґрунту на заглиблені споруди. Розташування конструкцій узгоджується з архітектурним рішенням і з прорізами для трубопроводів. Агресивність середовища, що визначає вимоги до захисту конструкцій, задається технологією. Тому ГІП, координуючи конструктивну частину, забезпечує, щоб конструктор отримав від технолога й архітектора всі необхідні вихідні дані, а його рішення були узгоджені з іншими розділами.

8.2. Навантаження на конструкції об'єктів ВВ

Правильне визначення навантажень є основою конструктивного розрахунку, і для об'єктів водопостачання та водовідведення набір навантажень має свою специфіку (табл. 8.1). До постійних навантажень належить власна вага конструкцій, до тривалих – вага стаціонарного обладнання та тиск ґрунту на заглиблені споруди. До короткочасних належать снігове навантаження на покриття, вітрове навантаження, навантаження від рухомого обладнання та людей. Особливою категорією для ємнісних споруд є гідростатичний тиск рідини, що діє на стінки та днище.

Гідростатичний тиск є визначальним навантаженням для ємнісних споруд. Він зростає із глибиною та діє перпендикулярно до поверхні стінки, прагнучи її розпирати. Для заглибленої споруди ситуація ускладнюється тим, що зовні діє тиск ґрунту, а зсередини – тиск рідини, причому ці навантаження можуть діяти як разом, так і окремо: порожня заглиблена споруда зазнає тиску ґрунту ззовні, заповнена незасипана – тиску рідини зсередини. Конструктор має розрахувати споруду на всі можливі сполучення навантажень, включно з найнесприятливішими, як-от порожня споруда за високого рівня ґрунтових вод, коли виникає загроза спливання.

Таблиця 8.1

Характерні навантаження на конструкції об’єктів ВВ

Навантаження	Характер	Особливість для об’єктів ВВ
Власна вага конструкцій	Постійне	Значна для масивних залізобетонних споруд
Вага обладнання	Тривале	Дані від технолога, включно з динамічними
Гідростатичний тиск рідини	Тривале / змінне	Визначальне для ємнісних споруд
Тиск ґрунту	Тривале	Для заглиблених споруд, ззовні
Загроза спливання	Особливе сполучення	Порожня споруда за високого рівня ґрунтових вод
Динамічні впливи обладнання	Короткочасне / циклічне	Вібрації від насосів, повітродувок, центрифуг

Динамічні навантаження від обладнання є ще однією специфічною категорією. Насосні агрегати, повітродувки, центрифуги створюють вібрації, що передаються на конструкції. Фундаменти під таке обладнання розраховуються з урахуванням динамічних впливів, щоб уникнути резонансу та надмірних вібрацій, які можуть пошкодити як конструкції, так і обладнання. Дані про динамічні навантаження конструктор отримує від технолога, і їх відсутність чи неточність є частою причиною проблем. ГІП забезпечує, щоб технолог передав конструктору повні дані про навантаження від обладнання, включно з динамічними.

⚠ **Увага!** Найнебезпечніші сполучення навантажень для заглиблених ємнісних споруд часто виникають не за повного завантаження, а в проміжних станах: порожня споруда за високого рівня ґрунтових вод може спливати, незасипана заповнена споруда зазнає лише внутрішнього тиску. Конструктор зобов’язаний перевірити всі сполучення, а ГІП – переконатися, що ці проміжні стани не пропущені.

8.3. Залізобетонні ємнісні споруди

Ємнісні залізобетонні споруди – резервуари чистої води, відстійники, аеротенки, метантенки, приймальні резервуари насосних станцій – є найхарактернішими та найвідповідальнішими конструкціями об'єктів водопостачання та водовідведення. Їх особливість полягає в поєднанні вимог несучої здатності з вимогою водонепроникності. Конструкція має не лише витримувати гідростатичний тиск, а й не пропускати воду, що накладає особливі вимоги на матеріали, армування та тріщиностійкість.

Водонепроникність залізобетонної споруди забезпечується кількома засобами. Перший – застосування бетону підвищеної щільності та водонепроникності відповідної марки. Другий – обмеження розкриття тріщин: бетон неминуче тріскається під навантаженням, але ширина тріщин має бути обмежена настільки, щоб вони не пропускали воду. Саме розрахунок на обмеження розкриття тріщин, а не на несучу здатність, часто є визначальним для ємнісних споруд: конструкція може мати достатню міцність, але потребувати додаткового армування для обмеження тріщин. Третій засіб – гідроізоляція, що захищає бетон і перекриває можливі шляхи фільтрації.

Особливою проблемою ємнісних споруд є тріщини від температурних і усадочних впливів. Бетон під час твердіння дає усадку, а за зміни температури розширюється та стискається. У масивних конструкціях ці деформації спричиняють внутрішні напруження, що можуть призвести до тріщин, не пов'язаних із силовими навантаженнями. Для запобігання таким тріщинам передбачають конструктивне армування, деформаційні шви, технологічні заходи під час бетонування. Конструктор має врахувати ці впливи, особливо для протяжних споруд, як-от аеротенки чи довгі відстійники, де температурно-усадочні деформації значні.

Захист від корозії є наскрізною вимогою для конструкцій, що контактують зі стічними водами. Як зазначалося в розділі про водовідведення, стічні води виділяють сірководень, що перетворюється на сірчану кислоту та руйнує бетон. Конструкції очисних споруд, каналізаційних насосних станцій, споруд обробки осадів потребують антикорозійного захисту – спеціальних покриттів, облицювань, застосування стійких до агресивного середовища матеріалів. Вимоги до антикорозійного захисту задаються з урахуванням ступеня агресивності середовища, який визначається технологом, і реалізуються конструктором.

Зв’язок із технологією та конструкціями: ступінь агресивності середовища задається технологом, а реалізація антикорозійного захисту – конструктором. Для споруд, що контактують зі стічними водами та сірководнем, антикорозійний захист є умовою довговічності. ГІП забезпечує, щоб дані про агресивність середовища були передані від технолога конструктору та враховані в конструктивних рішеннях.

8.4. Особливості розрахунку та конструювання ємнісних споруд

Розрахунок ємнісних споруд має низку особливостей порівняно зі звичайними будівельними конструкціями. Стінки резервуарів і відстійників працюють переважно на згин і розтяг від гідростатичного тиску, а не на стиск, як стіни будівель. Це визначає характер армування: робоча арматура розташовується так, щоб сприймати розтягувальні зусилля, що виникають під час розпирання стінок тиском рідини. Днище працює на згин від тиску рідини та реакції основи. Покриття, якщо воно є, сприймає власну вагу, навантаження від ґрунту в разі засипання й експлуатаційні навантаження.

Форма ємнісної споруди істотно впливає на її роботу. Круглі в плані резервуари працюють вигідніше, оскільки гідростатичний тиск сприймається переважно кільцевими розтягувальними зусиллями, що рівномірно розподіляються по периметру. Прямокутні споруди працюють менш вигідно, тому що їхні стінки сприймають тиск згином, що потребує більшого армування, але вони простіші в компонуванні й часто застосовуються для відстійників та аеротенків, де прямокутна форма зручніша технологічно. Вибір форми є компромісом між конструктивною ефективністю та технологічною доцільністю, який конструктор узгоджує з технологом.

Конструктивне рішення ємнісної споруди передбачає не лише розрахунок стінок і днища, а й вирішення низки деталей: сполучення стінок із днищем і між собою, влаштування деформаційних швів, забезпечення водонепроникності швів бетонування, влаштування прорізів для трубопроводів із збереженням водонепроникності, влаштування закладних деталей для кріплення обладнання. Кожна із цих деталей є потенційним місцем протікання, тому конструювання ємнісних споруд вимагає особливої ретельності. ГІП, контролюючи конструктивну частину, звертає увагу саме на ці критичні деталі.

Окремою задачею є забезпечення стійкості заглиблених споруд проти спливання. Порожня заглиблена споруда за високого рівня ґрунтових вод

зазнає виштовхувальної сили, що може перевищити її вагу та спричинити спливання. Для запобігання цьому збільшують вагу споруди, влаштовують анкерування, передбачають заходи водозниження під час будівництва та експлуатації. Розрахунок на спливання є обов'язковим для заглиблених ємнісних споруд, і його пропуск є грубою помилкою, що може призвести до аварії.

8.5. Металеві конструкції об'єктів ВВ

Металеві конструкції застосовуються в об'єктах водопостачання та водовідведення для низки задач. Перекриття та покриття машинних залів насосних станцій, особливо великих прогонів, часто виконуються з металевих ферм і балок, оскільки метал дає можливість перекривати великі прольоти за відносно малої власної ваги. Кранові балки для підіймального обладнання, потрібного для монтажу та ремонту насосних агрегатів, є металевими. Опорні конструкції трубопроводів, естакади, площадки обслуговування, сходи й огорожі також виконуються з металу.

Перевагами металевих конструкцій є висока міцність за відносно малої ваги, швидкість монтажу, можливість перекриття великих прольотів, заводська готовність. Недоліком є вразливість до корозії, що для об'єктів ВВ із їх вологим і часто агресивним середовищем є серйозним чинником. Тому металеві конструкції потребують антикорозійного захисту – фарбування, оцинкування, застосування атмосферостійких сталей. У приміщеннях з агресивним середовищем застосування металу обмежується або потребує посиленого захисту. Вибір між залізобетоном і металом конструктор робить з урахуванням навантажень, прольотів, середовища й економічних міркувань.

Розрахунок металевих конструкцій ведеться за власними нормами та перевіряє несучу здатність елементів і з'єднань, стійкість стиснутих елементів, деформації. Особливістю металевих конструкцій є важливість з'єднань – зварних і болтових, – які часто є критичними елементами, що визначають надійність усієї конструкції. Деталювання з'єднань, розрахунок зварних швів і болтів є важливою частиною проєктування металевих конструкцій, що виноситься в окрему марку деталювання.

8.6. Інформаційне моделювання конструкцій

Конструктивна частина реалізується в середовищах інформаційного моделювання, інтегрованих із загальною моделлю будівлі (табл. 8.2). Залізобетонні конструкції моделюються в середовищі, що є конструктивним

розширенням платформи моделювання будівель: конструктивні стіни, перекриття, колони, балки моделюються як параметричні елементи з можливістю задання армування. Армування може моделюватися детально – окремими стрижнями та сітками – або параметрично, залежно від потрібного рівня деталізації. На основі моделі формуються специфікації арматури та бетону, що є вихідними даними для відомості обсягів робіт.

Металеві конструкції, особливо ті, що потребують деталювання для виготовлення, моделюються в спеціалізованому середовищі деталювання металоконструкцій. Таке середовище дає можливість моделювати елементи з прокатних профілів, зварні та болтові з'єднання й автоматично формувати деталювальні креслення для заводського виготовлення та відомості металопрокату. Модель конструктивної частини, як залізобетонної, так і металевої, інтегрується в об'єднану модель для координації з архітектурою, технологією та інженерними системами.

Для ГІПа моделювання конструкцій дає кілька переваг. Тривимірна модель дає змогу побачити конструктивну систему цілісно та перевірити її узгодженість з архітектурою та технологією. Специфікації арматури, бетону та металопрокату, сформовані з моделі, забезпечують точність обсягів для кошторису. Координація конструктивної моделі з іншими в єдиному середовищі допомагає виявити колізії – наприклад, перетин балки з технологічним трубопроводом чи невідповідність прорізу. Однак, як і для інших частин, ГІП пам'ятає, що модель достовірна лише настільки, наскільки правильні закладені в неї розрахунки та дані; конструктивна модель не виконує розрахунок несучої здатності сама по собі, він виконується конструктором за відповідними нормами.

Таблиця 8.2

Інформаційне моделювання конструктивної частини

Тип конструкцій	Середовище моделювання	Що формується
Залізобетонні	Конструктивне розширення платформи будівель	Елементи з армуванням, специфікації арматури та бетону
Металеві (деталювання)	Спеціалізоване середовище деталювання	Деталювальні креслення, відомості металопрокату
Координація	Об'єднане середовище	Виявлення колізій з іншими дисциплінами

8.7. Управління конструктивною частиною з позиції ГІПа

Контроль конструктивної частини з боку ГІПа починається з перевірки повноти та коректності вихідних даних. ГІП переконується, що конструктор отримав від технолога повні дані про навантаження від обладнання, включно з динамічними, про гідростатичний тиск у ємнісних спорудах, про агресивність середовища. Він перевіряє, що враховані всі сполучення навантажень, включно з найнесприятливішими проміжними станами, як-от загроза спливання порожньої заглибленої споруди.

ГІП не виконує конструктивний розрахунок замість конструктора, але перевіряє принципову правильність рішень та їх узгодженість з іншими розділами. Він звертає увагу на критичні для об’єктів ВВ аспекти: чи забезпечена водонепроникність ємнісних споруд через обмеження розкриття тріщин і гідроізоляцію, чи передбачений антикорозійний захист для конструкцій в агресивному середовищі, чи виконаний розрахунок на спливання, чи правильно вирішені критичні деталі – сполучення, шви, прорізи, закладні. Ці аспекти є специфічними для об’єктів ВВ і часто недооцінюються конструкторами без досвіду в цій галузі.

Особливу увагу ГІП приділяє узгодженості конструктивної частини з технологією та архітектурою. Прорізи для трубопроводів мають відповідати технологічному рішенню та не порушувати несучої здатності конструкцій. Фундаменти під обладнання мають відповідати його розташуванню та навантаженням. Конструктивна система не повинна заважати технологічному процесу й обслуговуванню обладнання. Ця узгодженість перевіряється як інженерним аналізом, так і координацією моделей у єдиному середовищі. Конструктивна частина, що реалізує матеріальну міцність і водонепроникність споруд, є тим розділом, де помилки мають найтяжчі наслідки — від протікання споруд до їх руйнування, тому контроль ГІПа тут особливо ретельний.

Висновки

Конструктивна частина надає будівлям і спорудам несучу здатність і реалізує водонепроникність ємнісних споруд, що є критичною для об’єктів водопостачання та водовідведення. Її завдання охоплює забезпечення несучої здатності та придатності до експлуатації, причому для ємнісних споруд остання включає водонепроникність, що часто є визначальною вимогою.

Навантаження на конструкції об’єктів ВВ мають специфіку – гідростатичний тиск рідини, тиск ґрунту на заглиблені споруди, динамічні впливи обладнання, загроза спливання. Залізобетонні ємнісні споруди потребують особливого підходу: забезпечення водонепроникності через обмеження розкриття тріщин і гідроізоляцію, врахування температурно-усадочних впливів, антикорозійного захисту в агресивному середовищі, розрахунку на спливання. Металеві конструкції застосовуються для перекриттів, кранових балок, опорних конструкцій і потребують антикорозійного захисту та ретельного деталювання з’єднань.

Конструктивна частина реалізується в середовищах інформаційного моделювання, інтегрованих із загальною моделлю, що дає змогу формувати специфікації та виявляти колізії. Функція ГІПа полягає в забезпеченні повноти вихідних даних для конструктора, перевірці принципової правильності рішень з акцентом на специфічні для об’єктів ВВ аспекти та контролі узгодженості з технологією та архітектурою.

Запитання для самоконтролю

1. Чому конструктивна частина об’єктів ВВ є відповідальною задачею із власною специфікою, а не загальнобудівельною рутиною?
2. Які дві групи вимог забезпечує конструктивна частина і чому для ємнісних споруд друга група включає водонепроникність?
3. Які навантаження характерні для об’єктів ВВ і чому проміжні стани можуть бути найнебезпечнішими?
4. Якими засобами забезпечується водонепроникність залізобетонної ємнісної споруди?
5. Чому розрахунок на обмеження розкриття тріщин часто є визначальним для ємнісних споруд?
6. Як форма ємнісної споруди впливає на її роботу та чому вибір форми є компромісом?
7. Чому необхідний розрахунок на спливання заглиблених споруд?
8. Для яких задач застосовуються металеві конструкції та в чому їх переваги та недоліки для об’єктів ВВ?
9. Які переваги дає інформаційне моделювання конструкцій і чому модель не замінює розрахунку?
10. Що перевіряє ГІП у конструктивній частині та на які специфічні для об’єктів ВВ аспекти звертає особливу увагу?

Практичне завдання

Для резервуара чистої води або приймального резервуара насосної станції, об’єм якого ви визначали в розділі про технологічну частину водопостачання, складіть перелік навантажень, що мають бути враховані в конструктивному розрахунку, з поясненням характеру кожного. Опишіть, які сполучення навантажень, включно з проміжними станами, конструктор зобов’язаний перевірити, і поясніть, чому порожня заглиблена споруда може спливати. Сформулюйте, якими засобами буде забезпечена водонепроникність споруди й антикорозійний захист, і вкажіть, які вихідні дані ви як ГІП передали б конструктору від технолога для виконання цього розрахунку.

Література

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Зі Зміною № 1.

ДСТУ Б В.2.6-145 щодо захисту бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії.

ДБН щодо проєктування сталевих конструкцій (норми проєктування сталевих конструкцій).

ДБН В.1.2-2 «Навантаження і впливи. Норми проєктування».

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди».

Документація користувача середовищ інформаційного моделювання конструкцій (Autodesk Help).

Тема 9. Інженерні системи: опалення та вентиляція, електропостачання, автоматизація

Будівлі та споруди об’єктів водопостачання та водовідведення не можуть функціонувати без інженерних систем, що забезпечують необхідні умови для технологічного процесу та для персоналу. Опалення та вентиляція підтримують температурний режим і видаляють шкідливі та небезпечні гази. Електропостачання живить насоси, повітродувки, інше обладнання й освітлення. Автоматизація керує технологічним процесом, забезпечує його стабільність і безпеку. Ці три інженерні системи розглядаються в одному розділі, оскільки вони тісно пов’язані між собою та всі живляться даними технологічної частини. Для об’єктів ВВ інженерні системи мають яскраво виражену специфіку, пов’язану з небезпечними газами, з вимогами до надійності живлення та зі складністю технологічного керування.

Ця тема розкриває зміст і особливості трьох інженерних розділів проєкту для об’єктів водопостачання та водовідведення, показує їх зв’язок із технологією та між собою, а також роль головного інженера проєкту в їх координації. Як і в попередніх темах, увага зосереджена на логіці та зв’язках, а не на детальних розрахунках, що є предметом спеціальних дисциплін. Особливий акцент робиться на питаннях безпеки, що для інженерних систем об’єктів ВВ є визначальними.

9.1. Опалення та вентиляція: загальні засади

Розділ опалення та вентиляції забезпечує підтримання необхідних параметрів повітряного середовища в приміщеннях – температури, вологості, чистоти повітря. Для більшості будівель ця задача зводиться до забезпечення комфортних умов для людей. Для об’єктів водопостачання та водовідведення вона набуває іншого характеру: тут вентиляція є насамперед засобом забезпечення безпеки, оскільки в багатьох приміщеннях виділяються шкідливі та небезпечні гази, а опалення підтримує не стільки комфорт, скільки технологічно необхідний температурний режим і незамерзання.

Опалення приміщень об’єктів ВВ визначається їх призначенням. У машинних залах насосних станцій підтримується температура, що забезпечує незамерзання та нормальну роботу обладнання, часто на рівні, нижчому за комфортний для тривалого перебування людей, оскільки

персонал перебуває там періодично. В адміністративно-побутових приміщеннях підтримується нормальна комфортна температура. У спорудах обробки осадів, де відбувається підігрів осаду до технологічної температури, опалення пов’язане з технологічним процесом. Опалення може забезпечуватися від зовнішньої теплової мережі, власної котельні чи електричних джерел, залежно від умов об’єкта.

Вентиляція є складнішою та важливішою задачею. Вона забезпечує видалення надлишкового тепла від обладнання, видалення вологи, а головне – видалення шкідливих і небезпечних газів. Розрізняють природну вентиляцію, що працює за рахунок різниці температур і тиску, і примусову, що використовує вентилятори. Для приміщень із виділенням небезпечних газів примусова вентиляція є обов’язковою, причому з нормованою кратністю повітрообміну, що визначає, скільки разів за годину повітря в приміщенні має повністю оновлюватися. ГІП контролює, щоб вентиляція кожного приміщення відповідала його небезпеці, а не лише комфортним вимогам.

9.2. Вентиляція приміщень із небезпечними газами

Найважливішою специфічною задачею вентиляції об’єктів водовідведення є видалення сірководню, що виділяється зі стічних вод. Як зазначалося раніше, сірководень створює три загрози: він отруйний, вибухонебезпечний і спричиняє корозію. Тому в приміщеннях, де можливе його виділення – у відділеннях решіток, приймальних резервуарах каналізаційних насосних станцій, машинних залах, що перекачують стічні води, – вентиляція є засобом збереження життя та здоров’я персоналу, а не комфорту.

Вентиляція таких приміщень проєктується з урахуванням властивостей газів. Норма встановлює визначену кратність повітрообміну та вимагає організації видалення повітря частково з верхньої, частково з нижньої зони приміщення. Це пов’язано з тим, що різні гази мають різну густину: одні легші за повітря й накопичуються вгорі, інші важчі та накопичуються внизу. Видалення повітря з обох зон забезпечує видалення всіх небезпечних газів незалежно від їх густини. Передбачається також аварійна вентиляція, що вмикається в разі перевищення допустимої концентрації газів і має підвищену продуктивність.

Окремою небезпечною речовиною є хлор, що застосовується для знезараження води на водоочисних станціях, якщо використовується

газоподібний хлор. Хлорне господарство потребує ізольованої вентиляції з підвищеною кратністю повітрообміну, аварійної вентиляції, що вмикається від датчика хлору, і системи нейтралізації викидів. Метан, що виділяється в спорудах обробки осадів, зокрема в метантенках, є вибухонебезпечним і потребує вентиляції з контролем концентрації та вибухозахищеного обладнання. У всіх цих випадках вентиляція тісно пов'язана з категорією приміщення з вибухопожежної небезпеки, що розглядається в розділі про безпеку, і з вимогами до виконання електрообладнання.

⚠ **Увага!** Вентиляція приміщень із небезпечними газами – сірководнем, хлором, метаном – є засобом збереження життя, а не забезпечення комфорту. Видалення повітря організовується з верхньої та нижньої зон з урахуванням густини газів, передбачається аварійна вентиляція від датчиків концентрації. ГІП забезпечує, щоб ці вимоги були узгоджені між розділами опалення та вентиляції, електропостачання та безпеки (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Небезпечні гази в приміщеннях об'єктів ВВ та вимоги до вентиляції

Газ	Де виділяється	Особливості вентиляції
Сірководень	Решітки, приймальні резервуари КНС, мережі	Видалення з верхньої та нижньої зон, аварійна вентиляція
Хлор	Хлорне господарство ВОС	Ізольована вентиляція, аварійна від датчика, нейтралізація
Метан	Метантенки, споруди обробки осадів	Контроль концентрації, вибухозахищене обладнання

9.3. Електропостачання: категорії надійності

Розділ електропостачання забезпечує живлення всього електрообладнання об'єкта – насосів, повітродувок, мішалок, дозувальних установок, систем автоматизації, освітлення, вентиляції. Центральним поняттям, що визначає вимоги до електропостачання, є категорія надійності, яка для об'єктів водопостачання та водовідведення прямо пов'язана з категорією надійності технологічних насосних станцій, розглянутою в розділах про технологію.

Електроприймачі поділяються на категорії за надійністю залежно від наслідків перерви в живленні (табл. 9.2). Перша категорія охоплює електроприймачі, перерва в живленні яких загрожує життю людей, безпеці чи значними збитками; вона потребує живлення від двох незалежних джерел з автоматичним перемиканням. Особлива група першої категорії, перерва живлення якої неприпустима за жодних умов, потребує третього незалежного джерела. Друга категорія допускає короткочасну перерву на час перемикання, третя – перерву на час ремонту. Для насосних станцій водопостачання критичного значення та каналізаційних насосних станцій, аварія яких загрожує затопленням чи скиданням неочищених стоків, характерна перша категорія.

Таблиця 9.2

Категорії надійності електропостачання для об’єктів ВВ

Категорія	Допустимість перерви	Типові об’єкти ВВ
Особлива група першої	Неприпустима за жодних умов	Найвідповідальніше обладнання, три джерела
Перша	Лише на час автоматичного перемикання	НС водопостачання міст, відповідальні КНС
Друга	Короткочасна, на час перемикання	Об’єкти нижчого рівня відповідальності
Третя	На час ремонту, обмежено	Допоміжні об’єкти

Забезпечення першої категорії потребує двох незалежних джерел живлення – наприклад, двох вводів від різних підстанцій чи різних секцій – з автоматичним вмиканням резерву в разі відмови основного джерела. Як зазначалося в розділах про технологію, в умовах воєнного часу, коли надійність централізованого електропостачання не є гарантованою, передбачаються автономні джерела – дизель-генератори із запасом палива, що забезпечують роботу критичного обладнання навіть у разі повного відключення зовнішнього живлення. Це робить розділ електропостачання одним із ключових для забезпечення стійкості об’єкта.

Розділ електропостачання охоплює також внутрішнє електрообладнання – розподільні щити, кабельні мережі, заземлення, захист від блискавки – і освітлення, що нормується залежно від призначення приміщень. Особливою вимогою для об’єктів ВВ є виконання

електрообладнання в приміщеннях із вибухопожежною небезпекою: у приміщеннях, де можливе виділення вибухонебезпечних газів, електрообладнання має бути вибухозахищеного виконання. Це прямий зв'язок між розділом електропостачання, розділом вентиляції та розділом безпеки, який ГІП координує.

9.4. Автоматизація технологічних процесів

Автоматизація є інженерним розділом, що забезпечує керування технологічним процесом, його контроль і захист. Для сучасних об'єктів водопостачання та водовідведення автоматизація є обов'язковою складовою – вона забезпечує стабільність процесу, енергоефективність, безпеку та можливість дистанційного керування. Розділ автоматизації найтісніше з усіх інженерних розділів пов'язаний із технологією, оскільки саме технологічний процес визначає, що та як треба контролювати та чим керувати.

Автоматизація насосних станцій реалізує підтримання заданих параметрів – тиску на виході для станцій водопостачання, рівня в приймальному резервуарі для каналізаційних станцій – захист насосів від несприятливих режимів, як-от робота без рідини чи перегрів, автоматичне вмикання резервного агрегату в разі відмовм робочого, дистанційний контроль і керування. Важливим елементом є частотне регулювання приводу насосів, що дає змогу плавно змінювати їх продуктивність відповідно до потреби, економлячи енергію та забезпечуючи плавний пуск і зупинку, що зменшує ризик гідравлічного удару, розглянутого в розділі про водопостачання.

Автоматизація водоочисних і очисних споруд є складнішою, оскільки технологічні процеси тут різноманітніші. На водоочисних станціях автоматизація керує дозуванням реагентів залежно від якості води, промиванням фільтрів, контролює якість води на різних етапах. На очисних спорудах вона керує аерацією аеротенків залежно від вмісту кисню, рециркуляцією активного мулу, дозуванням реагентів, контролює якість очищеної води. Системи автоматизації будуються за ієрархічним принципом: давачі вимірюють параметри, контролери приймають рішення за закладеними алгоритмами, виконавчі механізми реалізують ці рішення, а диспетчерська система забезпечує загальний контроль і керування.

До складу розділу автоматизації входять функціональні схеми, що показують контрольовані параметри та виконавчі механізми у зв'язку з

технологічним обладнанням, перелік приладів і засобів автоматизації, схеми з'єднань, алгоритми керування й аварійних режимів. Сучасні системи автоматизації об'єктів ВВ реалізуються як автоматизовані системи керування технологічним процесом із диспетчеризацією, що дає змогу контролювати та керувати об'єктом дистанційно. Це підвищує ефективність експлуатації, але висуває вимоги до надійності та захищеності системи керування, особливо для об'єктів критичної інфраструктури.

9.5. Взаємозв'язок інженерних систем між собою та з технологією

Три інженерні системи – опалення та вентиляція, електропостачання, автоматизація – тісно пов'язані між собою та всі живляться даними технологічної частини, що робить їх координацію важливою функцією ГІПа. Вентиляція потребує електропостачання для вентиляторів і автоматизації для керування, особливо аварійного. Електропостачання визначається переліком усіх споживачів, у тому числі вентиляторів і систем автоматизації. Автоматизація керує і вентиляцією, і насосами, і дозуванням, отримуючи живлення від системи електропостачання.

Усі три системи живляться даними технологічної частини. Технолог передає перелік обладнання з його потужністю та режимами роботи – для електропостачання, дані про тепло- та газовиділення – для вентиляції, перелік контрольованих параметрів і алгоритми – для автоматизації. Без цих даних інженерні розділи не можуть бути розроблені, що знову підкреслює провідну роль технологічної частини. ГІП забезпечує своєчасну та повну передачу цих даних і узгодженість між інженерними розділами.

Особливо важливою є координація навколо питань безпеки. Виділення небезпечних газів визначає вимоги до вентиляції, до категорії приміщення з вибухопожежної небезпеки та до виконання електрообладнання. Аварійна вентиляція керується автоматикою від датчиків концентрації газів і живиться від системи електропостачання надійної категорії. Таким чином, забезпечення безпеки в приміщенні з небезпечними газами потребує узгодженої роботи всіх трьох інженерних розділів плюс розділу безпеки. Неузгодженість тут (наприклад, невибухозахищене електрообладнання в приміщенні з вибухонебезпечним газом) є грубою помилкою з потенційно тяжкими наслідками. ГІП є тією ланкою, що забезпечує цю узгодженість.

Координація навколо безпеки: забезпечення безпеки в приміщенні з небезпечними газами потребує узгодженої роботи чотирьох розділів – вентиляція видаляє гази, автоматизація керує аварійним режимом за датчиками, електропостачання живить системи та має вибухозахищене виконання, розділ безпеки визначає категорію приміщення. ГІП є ланкою, що пов'язує ці розділи в єдине несуперечливе рішення.

9.6. Інформаційне моделювання інженерних систем

Інженерні системи будівель реалізуються в інженерному розширенні платформи інформаційного моделювання, що дає змогу моделювати повітроводи систем вентиляції, трубопроводи систем опалення, кабельні траси й електрообладнання, елементи систем автоматизації. Моделювання інженерних систем у єдиному середовищі з архітектурою та конструкціями дає можливість узгоджувати їх просторове розташування та виявляти колізії – перетини повітроводів із конструкціями, недостатній простір для прокладання кабельних трас, конфлікти між інженерними системами та технологічними трубопроводами.

Для об'єктів водопостачання та водовідведення координація інженерних систем у моделі є особливо важливою, оскільки приміщення насосних станцій і очисних споруд щільно насичені обладнанням, технологічними трубопроводами, повітроводами, кабельними трасами. Без координації в моделі ці системи неминуче конфліктуватимуть на будівельному майданчику, де їх узгодження є складним і дорогим. Виявлення колізій у середовищі координації, розглянутому в розділі про BIM, допомагає вирішити ці конфлікти на стадії проєктування.

Для ГІПа моделювання інженерних систем дає інструмент контролю просторової узгодженості та повноти. Модель дає змогу переконатися, що для всіх інженерних систем передбачено місце, що вони не конфліктують між собою та з іншими дисциплінами, що забезпечено доступ для обслуговування. Специфікації, сформовані з моделі, дають обсяги для кошторису. Однак, як і для інших частин, ГІП поєднує можливості моделі з інженерним аналізом, перевіряючи не лише геометричну узгодженість, а й функціональну правильність інженерних рішень та їх відповідність вимогам безпеки.

9.7. Управління інженерними системами з позиції ГІПа

Контроль інженерних систем з боку ГІПа охоплює перевірку їх відповідності технологічним вимогам, вимогам безпеки й узгодженості між собою. ГІП перевіряє, що вентиляція кожного приміщення відповідає його небезпеці, що для приміщень із небезпечними газами передбачена примусова вентиляція з нормованою кратністю й аварійна вентиляція, що опалення забезпечує технологічно необхідний режим. Він перевіряє, що категорія надійності електропостачання відповідає категорії технологічних об’єктів, що передбачені резервні джерела живлення для критичних об’єктів, що електрообладнання у вибухонебезпечних приміщеннях має відповідне виконання.

Щодо автоматизації ГІП перевіряє повноту контрольованих параметрів і керованого обладнання, наявність захистів і аварійних режимів, відповідність алгоритмів технологічному процесу. Він звертає увагу на узгодженість автоматизації з технологією: чи всі критичні параметри контролюються, чи всі небезпечні режими мають захист, чи аварійні алгоритми відповідають реальним загрозам. Для об’єктів критичної інфраструктури він враховує також вимоги до надійності та захищеності системи керування.

Наскрізною функцією ГІПа є забезпечення узгодженості між інженерними розділами та технологією, особливо щодо питань безпеки. Він стежить, щоб вимоги, що виникають із виділення небезпечних газів, були узгоджено реалізовані у вентиляції, електропостачанні, автоматизації та розділі безпеки. Він забезпечує, щоб усі інженерні системи отримали повні вихідні дані від технолога та були взаємно узгоджені. Інженерні системи, що забезпечують функціонування технологічного процесу та безпеку персоналу, є тим блоком розділів, де координаційна роль ГІПа проявляється особливо наочно, оскільки саме тут сходяться вимоги технології, безпеки та кількох інженерних дисциплін.

Висновки

Інженерні системи – опалення та вентиляція, електропостачання, автоматизація – забезпечують функціонування технологічного процесу та безпеку персоналу об’єктів водопостачання та водовідведення. Усі три системи отримують дані технологічної частини та тісно пов’язані між собою, що робить їх координацію важливою функцією ГІПа.

Вентиляція для об’єктів ВВ є насамперед засобом безпеки, оскільки в багатьох приміщеннях виділяються небезпечні гази – сірководень, хлор, метан, видалення яких потребує примусової вентиляції з нормованою кратністю, видаленням з обох зон і аварійним режимом. Електропостачання визначається категоріями надійності, пов’язаними з відповідальністю технологічних об’єктів, і потребує резервних джерел для критичних об’єктів, що особливо актуально в умовах воєнного часу. Автоматизація керує технологічним процесом, забезпечує його стабільність, енергоефективність і безпеку, реалізуючись як автоматизована система керування з диспетчеризацією.

Інженерні системи моделюються в єдиному середовищі, що дає змогу узгоджувати їх розташування та виявляти колізії, особливо важливі для щільно насичених приміщень об’єктів ВВ. Функція ГІПа полягає в контролі відповідності інженерних систем технологічним вимогам і вимогам безпеки та в забезпеченні їх узгодженості між собою, насамперед щодо питань безпеки.

Запитання для самоконтролю

1. Чому вентиляція об’єктів водопостачання та водовідведення є насамперед засобом безпеки, а не комфорту?
2. Які небезпечні гази виділяються в приміщеннях об’єктів ВВ і які вимоги до вентиляції вони визначають?
3. Чому видалення повітря організовується з верхньої та нижньої зон приміщення?
4. Що таке категорія надійності електропостачання і як вона пов’язана з технологічними об’єктами?
5. Чому для критичних об’єктів ВВ потрібні резервні джерела живлення і як це пов’язано з воєнним часом?
6. Які задачі вирішує автоматизація насосних станцій і яку роль відіграє частотне регулювання?
7. За яким принципом будуються системи автоматизації водоочисних і очисних споруд?
8. Як пов’язані між собою три інженерні системи та чому всі вони живляться даними технології?
9. Чому забезпечення безпеки в приміщенні з небезпечними газами потребує узгодженої роботи кількох розділів?

10. Що перевіряє ГІП в інженерних системах і чому координація навколо безпеки є особливо важливою?

Практичне завдання

Для каналізаційної насосної станції, технологічне рішення якої ви розробляли в розділі про водовідведення, опишіть вимоги до трьох інженерних систем. Для вентиляції визначте, які приміщення потребують примусової вентиляції через виділення сірководню, і поясніть, як організовується видалення повітря й аварійний режим. Для електропостачання обґрунтуйте категорію надійності та поясніть, які резервні джерела потрібні. Для автоматизації перелічіть контрольовані параметри, захисти насосів і аварійні режими. Окремо покажіть, як ці три системи та розділ безпеки мають бути узгоджені між собою навколо питання вибухонебезпеки і яку роль у цій координації відіграє ГІП.

Література

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).

ДБН щодо проєктування електроустановок та електропостачання об’єктів.

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» (розділи щодо автоматизації).

ДСТУ щодо автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Документація користувача інженерного розширення платформи інформаційного моделювання (Autodesk Help).

Тема 10. Генеральний план і земляні роботи. Проєктування в середовищі Autodesk Civil 3D

Окремі будівлі та споруди об'єкта водопостачання чи водовідведення не існують ізольовано – вони розміщені на певній території, пов'язані між собою проїздами та мережами, прив'язані до рельєфу та до зовнішньої інфраструктури. Організацію цього розміщення визначає генеральний план – розділ проєкту, що відповідає на питання, де та як розташовані всі об'єкти на місцевості, як вони пов'язані між собою і з оточенням, як організований рельєф території та рух поверхневих вод. З генеральним планом тісно пов'язані земляні роботи, обсяг яких часто є значною частиною вартості будівництва об'єктів ВВ. Цей розділ розкриває зміст генерального плану та земляних робіт і показує їх реалізацію в середовищі проєктування інфраструктури Autodesk Civil 3D.

Як зазначалося раніше, Civil 3D застосовується у двох різних контекстах, які важливо не змішувати: для проєктування зовнішніх мереж (трас трубопроводів, профілів, колодязів) і для генерального плану (організації території, вертикального планування, земляних робіт). Ці задачі мають різну логіку та різні вихідні дані. У цій темі розглянуто переважно на генеральний план та земляні роботи, тоді як трасування зовнішніх мереж розглядалося в технологічних розділах. Матеріал сформовано таким чином, щоб майбутній ГІП розумів зміст генерального плану, його зв'язок із технологією та санітарними вимогами й можливості цифрового інструмента.

10.1. Зміст і призначення генерального плану

Генеральний план є графічним і текстовим документом, що відображає розташування всіх будівель, споруд, інженерних мереж, проїздів, майданчиків, елементів благоустрою та озеленення на території об'єкта. Для об'єктів водопостачання та водовідведення генеральний план є особливо важливим, оскільки ці об'єкти займають значні території, мають розгалужену мережу трубопроводів між спорудами та потребують чіткої функціональної організації. Масштаб генерального плану вибирають таким, щоб відобразити всі необхідні елементи з потрібною точністю.

Генеральний план вирішує кілька взаємопов'язаних задач. Перша – функціональне зонування території, тобто розташування об'єктів за їх призначенням і технологічною послідовністю. Для водоочисної станції це

означає послідовне розташування споруд водопідготовки відповідно до технологічного процесу, поділ на чисту та брудну зони. Для очисних споруд – послідовність споруд очищення й обробки осадів. Друга задача – організація транспортних зв'язків: проїздів для обслуговування, під'їздів для доставки реагентів і вивезення осадів, місць для розвороту техніки. Третя – розміщення інженерних мереж, що пов'язують споруди між собою та із зовнішньою інфраструктурою.

Окремою важливою функцією генерального плану є вертикальне планування, тобто організація рельєфу території. Вертикальне планування забезпечує відведення поверхневих вод, потрібні позначки споруд і проїздів, баланс земляних мас. Для об'єктів ВВ вертикальне планування тісно пов'язане з технологією, тому що самопливний рух води між спорудами потребує відповідних позначок, а заглиблені споруди визначають обсяги земляних робіт. Генеральний план у цьому сенсі є місцем, де технологічна схема набуває просторової прив'язки до реального рельєфу.

10.2. Санітарно-захисні зони

Однією з визначальних вимог, що формують генеральний план об'єктів водопостачання та водовідведення, є санітарно-захисні зони. Санітарно-захисна зона – це територія навколо об'єкта, що є джерелом впливу на середовище, у межах якої обмежується розміщення житлової забудови та інших чутливих об'єктів. Для об'єктів водовідведення, особливо очисних споруд, санітарно-захисні зони є значними, оскільки ці об'єкти є джерелом запахів, аерозолів та інших впливів.

Розмір санітарно-захисної зони залежить від типу та потужності об'єкта (табл. 10.1). Для насосних станцій водопостачання та водовідведення зони відносно невеликі. Для очисних споруд стічних вод зони значні та зростають із потужністю споруд: чим більший обсяг стічних вод, що очищуються, тим більша зона. Найбільші зони встановлюються для мулових майданчиків та інших споруд, пов'язаних з обробкою осадів, що є інтенсивними джерелами запахів. Розмір санітарно-захисної зони має бути обґрунтований у розділі оцінки впливів на навколишнє середовище, що розглядається в окремому розділі, а на генеральному плані зона відображається та враховується під час розміщення об'єкта.

Таблиця 10.1

Орієнтовні санітарно-захисні зони об’єктів ВВ

Об’єкт	Характер зони	Чинник, що визначає розмір
Насосні станції водопостачання та водовідведення	Відносно невеликі	Тип і розташування станції
Очисні споруди стічних вод	Значні, зростають з потужністю	Обсяг стічних вод, що очищуються
Мулові майданчики, споруди обробки осадів	Найбільші	Інтенсивність виділення запахів
Водоочисні станції	Помірні	Технологія, наявність хлораторного господарства

Для ГІПа санітарно-захисні зони є прикладом вимоги, що пов’язує генеральний план з технологією, екологією та містобудуванням. Технологія визначає потужність об’єкта, від якої залежить зона. Екологічний розділ обґрунтовує зону розрахунком впливів. Генеральний план враховує зону при розміщенні об’єкта відносно житлової забудови. Містобудівні умови визначають можливість розміщення об’єкта в цьому місці з урахуванням зони. ГІП координує цю взаємодію, забезпечуючи, щоб санітарно-захисна зона була врахована всіма відповідними розділами, а не лише задекларована.

10.3. Autodesk Civil 3D: моделювання поверхонь і рельєфу

Autodesk Civil 3D є основним інструментом проєктування інфраструктури – генеральних планів, доріг, мереж, земляних робіт. На відміну від платформи моделювання будівель, орієнтованої на дискретні об’єкти, Civil 3D орієнтований на роботу з рельєфом, лінійними об’єктами та мережами, що відповідає характеру задач генерального плану. Розуміння ключових об’єктів Civil 3D та їх взаємозв’язків є основою для проєктування генерального плану.

Базовим об’єктом Civil 3D є поверхня – цифрове представлення рельєфу. Існуюча поверхня будується за даними геодезичної зйомки – точками з відмітками, характерними лініями – і відображає природний рельєф території. Проєктна поверхня формується на основі проєктних рішень і відображає рельєф після планування. Поверхня є параметричним об’єктом: за зміни вихідних даних чи проєктних рішень вона перебудовується. Поверхні дають

змогу аналізувати рельєф – ухили, напрямки стоку, водозбірні площі, що важливо для організації відведення поверхневих вод.

Різниця між існуючою та проєктною поверхнями визначає обсяг земляних робіт. Там, де проєктна поверхня вища за існуючу, потрібен насип; там, де нижча, – виїмка. Civil 3D автоматично обчислює обсяги виїмок і насипів, порівнюючи поверхні, і дає змогу оптимізувати баланс земляних мас, прагнучи мінімізувати обсяги завезення та вивезення ґрунту. Для об'єктів ВВ із їх заглибленими спорудами та значними обсягами земляних робіт така автоматизація є цінною, оскільки ручний підрахунок обсягів є трудомістким і неточним.

Дві ролі Civil 3D: важливо не змішувати дві задачі Civil 3D. Перша – трасування зовнішніх мереж: траси трубопроводів, профілі, колодязі, перетини, ув'язка з рельєфом. Друга – генеральний план: поверхні, вертикальне планування, земляні маси, дороги. Вони мають різну логіку та різні вихідні дані. ГІП має чітко розрізняти ці контексти для постановки завдань.

10.4. Вертикальне планування та організація стоку

Вертикальне планування є однією з ключових задач генерального плану, що реалізується в Civil 3D через роботу з проєктною поверхнею. Вертикальне планування визначає проєктні позначки території, проїздів, майданчиків, забезпечуючи відведення поверхневих вод, потрібні позначки споруд і прийнятні ухили для руху транспорту. Для об'єктів ВВ вертикальне планування має враховувати технологічні вимоги до позначок споруд, що випливають із самопливного руху води між ними.

Організація відведення поверхневих вод є важливою задачею вертикального планування. Поверхневі води – дощові та талі – мають відводитися з території об'єкта так, щоб не підтоплювати споруди, не накопичуватися на проїздах, не потрапляти в неналежні місця. Це досягається наданням поверхні відповідних ухилів, улаштуванням водовідвідних споруд – лотків, дощоприймачів, дренажу. Civil 3D дає змогу аналізувати напрямки стоку на проєктній поверхні та перевіряти, чи забезпечене відведення води в потрібних напрямках.

Вертикальне планування тісно пов'язане з балансом земляних мас. Прагнення мінімізувати обсяги земляних робіт і завезення-вивезення ґрунту впливає на проєктні позначки: за можливості територію планують так, щоб

обсяги виїмок і насипів були збалансовані, а надлишок чи дефіцит ґрунту – мінімальним. Однак це прагнення обмежується технологічними вимогами до позначок споруд і вимогами відведення води. Вертикальне планування є компромісом між цими вимогами, який проєктувальник знаходить за допомогою Civil 3D, аналізуючи різні варіанти.

10.5. Зовнішні мережі на генеральному плані

Хоча трасування зовнішніх мереж розглядалося в технологічних розділах, на генеральному плані всі мережі сходяться разом, і тут виникає задача їх взаємної ув'язки. На території об'єкта ВВ прокладається безліч мереж: технологічні трубопроводи між спорудами, водопровід, каналізація, теплові мережі, кабельні лінії електропостачання й автоматизації. Усі вони мають бути розміщені так, щоб не конфліктувати між собою, із спорудами та з фундаментами, з дотриманням нормованих відстаней.

Civil 3D моделює мережі двох типів. Самопливні мережі – каналізаційні, дренажні – моделюються з трубопроводами та колодязями, з автоматичним визначенням глибини закладання за профілем і перевіркою ухилів. Напірні мережі – водопровідні, технологічні напірні трубопроводи –з відповідною арматурою та фітингами. Моделювання мереж у Civil 3D дає змогу автоматично формувати профілі, що показують глибину закладання та взаємне розташування мереж, і перевіряти перетини між мережами.

Перевірка перетинів мереж є важливою функцією, що запобігає конфліктам. На території об'єкта ВВ мережі багаторазово перетинаються, і в місцях перетину має бути забезпечена нормована відстань між трубопроводами, особливо між водопроводом і каналізацією, де перетин із недостатньою відстанню створює ризик забруднення питної води. Із Civil 3D можна автоматично виявляти перетини й перевіряти дотримання нормованих відстаней. Це доповнює координацію в об'єднаній моделі, розглянуту в розділі про BIM, забезпечуючи узгодженість підземної інфраструктури.

> ⚠ **Увага!** Перетин водопроводу з каналізацією з недостатньою відстанню створює ризик забруднення питної води стічними водами в разі пошкодження труб. Нормовані відстані в місцях перетину мереж мають дотримуватися неухильно. Civil 3D дає змогу автоматично виявляти перетини й перевіряти відстані, але ГІП має переконатися, що ця перевірка виконана для всіх мереж на території.

10.6. Земляні роботи та баланс земляних мас

Земляні роботи для об’єктів водопостачання та водовідведення часто становлять значну частину обсягів і вартості будівництва. Це пов’язано з наявністю заглиблених споруд – резервуарів, приймальних резервуарів насосних станцій, заглиблених споруд очищення – та з прокладанням підземних мереж на значну глибину. Розрахунок обсягів земляних робіт є важливою задачею, що безпосередньо впливає на вартість об’єкта.

Земляні роботи поділяються на кілька видів (табл. 10.2). Планувальні земляні роботи – це виїмки та насипи для організації рельєфу території за вертикального планування. Земляні роботи для споруд – це котловани під заглиблені споруди. Земляні роботи для мереж – це траншеї під трубопроводи. Кожен вид має свою методику розрахунку обсягів, і Civil 3D автоматизує ці розрахунки. Для планувальних робіт обсяги визначаються порівнянням поверхонь, для котлованів і траншей – за геометрією виїмок з урахуванням закладання укосів.

Таблиця 10.2

Види земляних робіт для об’єктів ВВ

Вид робіт	Призначення	Метод визначення обсягу
Планувальні	Організація рельєфу території	Порівняння існуючої та проєктної поверхонь
Котловани під споруди	Заглиблені резервуари, споруди очищення	Геометрія виїмки з урахуванням укосів
Траншеї під мережі	Прокладання підземних трубопроводів	Геометрія траншеї за профілем мережі
Зворотна засипка	Засипання споруд і траншей після монтажу	Об’єм виїмки за вирахуванням споруди

Баланс земляних мас є важливим аспектом оптимізації земляних робіт. Ідеальним є рішення, за якого обсяг ґрунту з виїмок дорівнює обсягу, потрібному для насипів, тому не треба ні завозити, ні вивозити ґрунт. На практиці повний баланс рідко досяжний, але прагнення до нього зменшує обсяги транспортування ґрунту, що є значною статтею витрат. Civil 3D дає змогу аналізувати баланс земляних мас і оптимізувати вертикальне планування для його покращення. Дані про обсяги земляних робіт, отримані з Civil 3D, є вихідними для відомості обсягів робіт і кошторису, розглянутих у розділі про кошторисну документацію.

10.7. Управління генеральним планом із позиції ГІПа

Контроль генерального плану з боку ГІПа охоплює перевірку відповідності розміщення об'єктів технологічним вимогам, санітарним нормам і містобудівним умовам. ГІП перевіряє, що функціональне зонування території відповідає технологічній послідовності споруд, що забезпечений поділ на чисту та брудну зони там, де це потрібно, що передбачені транспортні зв'язки для обслуговування, доставки реагентів і вивезення осадів. Він перевіряє, що санітарно-захисні зони враховані для розміщення об'єкта й узгоджені з екологічним розділом і містобудівними умовами.

Щодо вертикального планування ГІП перевіряє, що проєктні позначки узгоджені з технологічними вимогами до самопливного руху води між спорудами, що забезпечене відведення поверхневих вод, що баланс земляних мас оптимізований у межах технологічних обмежень. Щодо мереж він перевіряє, що всі мережі розміщені без конфліктів, що дотримані нормовані відстані в місцях перетину, особливо між водопроводом і каналізацією, що профілі мереж узгоджені з вертикальним плануванням.

Особливу увагу ГІП приділяє земляним роботам, оскільки вони значно впливають на вартість об'єктів ВВ. Він перевіряє повноту обліку всіх видів земляних робіт (планувальних, для споруд, для мереж), правильність визначення обсягів, оптимізацію балансу земляних мас. Дані про обсяги земляних робіт є вихідними для кошторису, тому їх точність прямо впливає на достовірність вартості. Генеральний план і земляні роботи, що організовують розміщення об'єкта на місцевості та визначають значну частину обсягів будівництва, є розділом, де технологічні, санітарні, містобудівні й економічні вимоги сходяться в єдине просторове рішення, узгодженість якого забезпечує ГІП.

Висновки

Генеральний план організовує розміщення об'єкта водопостачання чи водовідведення на місцевості, визначаючи розташування споруд, їх транспортні зв'язки, мережі, вертикальне планування та відведення поверхневих вод. Для об'єктів ВВ генеральний план тісно пов'язаний із технологією, оскільки самопливний рух води між спорудами визначає вимоги до позначок, а заглиблені споруди – обсяги земляних робіт.

Визначальною вимогою, що формує генеральний план, є санітарно-захисні зони, особливо значні для очисних споруд і споруд обробки осадів.

Вони пов’язують генеральний план із технологією, екологією та містобудуванням. Реалізація генерального плану виконується в середовищі Civil 3D, що дає змогу моделювати рельєф через поверхні, виконувати вертикальне планування, моделювати мережі з перевіркою перетинів та автоматично визначати обсяги земляних робіт і баланс земляних мас.

Земляні роботи для об’єктів ВВ часто становлять значну частину обсягів і вартості через заглиблені споруди та підземні мережі, тому їх точний облік є важливим для достовірності кошторису. Функція ГІПа полягає в контролі відповідності генерального плану технологічним, санітарним і містобудівним вимогам, узгодженості вертикального планування з технологією, безконфліктності мереж і повноти обліку земляних робіт.

Запитання для самоконтролю

1. Які задачі вирішує генеральний план об’єкта водопостачання чи водовідведення?
2. Чому вертикальне планування об’єктів ВВ тісно пов’язане з технологією?
3. Що таке санітарно-захисні зони і від чого залежить їх розмір?
4. Чому санітарно-захисні зони пов’язують генеральний план із технологією, екологією та містобудуванням?
5. Які дві різні задачі вирішує Civil 3D і чому їх не можна змішувати?
6. Що таке поверхня в Civil 3D і як різниця поверхонь визначає обсяг земляних робіт?
7. Які задачі вирішує вертикальне планування та чому воно є компромісом?
8. Чому перевірка перетинів мереж, особливо водопроводу та каналізації, є критичною?
9. Які види земляних робіт характерні для об’єктів ВВ і чому вони значно впливають на вартість?
10. Що перевіряє ГІП у генеральному плані та земляних роботах?

Практичне завдання

Для очисних споруд стічних вод або водоочисної станції, технологічну схему якої ви розробляли в попередніх розділах, складіть концепцію генерального плану. Опишіть функціональне зонування території з урахуванням технологічної послідовності споруд і поділу на зони, визначте необхідні транспортні зв’язки. Поясніть, яка санітарно-захисна зона має

бути врахована та з якими розділами ви як ГІП узгодите її. Опишіть, як вертикальне планування має враховувати самопливний рух води між спорудами, і перелічіть види земляних робіт, обсяги яких треба визначити для кошторису. Окремо вкажіть, які перетини мереж потребують особливої уваги та чому.

Література

ДБН Б.2.2-12 «Планування та забудова територій».

Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (щодо санітарно-захисних зон).

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» (щодо відстаней між мережами).

ДБН щодо інженерних вишукувань для будівництва.

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».

Документація користувача Autodesk Civil 3D (Autodesk Help).

Тема 11. Безпека об’єкта: пожежна безпека, цивільний захист, захист від шуму

Проєкт об’єкта водопостачання чи водовідведення має забезпечувати не лише його функціональність, а й безпеку – для персоналу, населення, оточення. Безпеці присвячено комплекс розділів проєкту: пожежна безпека, інженерно-технічні заходи цивільного захисту, захист від шуму. Ці розділи об’єднані в одному розділі посібника, оскільки всі вони стосуються захисту людей і середовища від різних загроз, хоча природа цих загроз є різною. Для об’єктів ВВ розділи безпеки мають яскраво виражену специфіку, пов’язану з небезпечними речовинами, з належністю об’єктів до критичної інфраструктури та з умовами воєнного часу, що висунули питання захисту на перший план.

Цей розділ розкриває зміст розділів безпеки, їх специфіку для об’єктів водопостачання та водовідведення та роль головного інженера проєкту в їх координації. Увага зосереджена на логіці та зв’язках з іншими частинами проєкту, а не на детальних нормативних розрахунках. Особливістю розділів безпеки є те, що вони значною мірою інтегрують вимоги, що виникають в інших розділах: пожежна небезпека визначається технологією та речовинами, захист від шуму – обладнанням, цивільний захист – призначенням об’єкта. Тому розділи безпеки є яскравим прикладом інтегруючої функції ГІПа.

11.1. Пожежна безпека: загальні засади

Розділ пожежної безпеки забезпечує захист об’єкта від пожеж і безпеку людей у разі пожежі. Він спирається на загальні вимоги пожежної безпеки об’єктів будівництва й охоплює кілька груп рішень: визначення категорій приміщень і будівель за вибухопожежною небезпекою, забезпечення вогнестійкості конструкцій, організацію шляхів евакуації, влаштування систем протипожежного захисту – сигналізації, оповіщення, пожежогасіння, протидимного захисту.

Відправною точкою пожежної безпеки є визначення категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Категорія залежить від речовин, що перебувають у приміщенні, та їх властивостей. Приміщення з горючими газами чи легкозаймистими речовинами належать до найнебезпечніших категорій, приміщення з негорючими речовинами – до найбезпечніших. Категорування об’єктів водопостачання та водовідведення має свою специфіку: приміщення з виділенням метану в спорудах обробки

осадів, хлораторне господарство з газоподібним хлором, приміщення з виділенням сірководню належать до небезпечних категорій, тоді як машинні зали з електрообладнанням і насосами – до помірно небезпечних, а адміністративні приміщення – до безпечних.

Категорія приміщення визначає низку подальших рішень (табл. 11.1). Вона впливає на вимоги до вогнестійкості конструкцій, на необхідність легкоскидних огороджень для приміщень з вибухонебезпекою, на виконання електрообладнання, що має бути вибухозахищеним у вибухонебезпечних приміщеннях, на вимоги до вентиляції. Таким чином, категорування приміщень пов'язує пожежну безпеку з конструкціями, електропостачанням і вентиляцією. Це визначення є відправним для багатьох рішень, тому його правильність є критичною, і ГІП звертає на нього особливу увагу.

Таблиця 11.1

Категорування приміщень об'єктів ВВ за вибухопожежною небезпекою

Приміщення	Характер небезпеки	Наслідки для проєкту
Споруди обробки осадів (метан)	Вибухонебезпечні	Легкоскидні огородження, вибухозахищене обладнання
Хлораторне господарство (хлор)	Особлива небезпека	Ізоляція, спеціальна вентиляція, нейтралізація
Машинні зали насосних станцій	Помірна пожежна небезпека	Електрообладнання, кабелі, вогнестійкість
Адміністративно-побутові приміщення	Безпечні	Загальні вимоги до евакуації

11.2. Вогнестійкість, евакуація та протипожежний захист

Вогнестійкість конструкцій визначає, як довго вони зберігають несучу здатність і цілісність в умовах пожежі. Ступінь вогнестійкості будівлі встановлюється залежно від її призначення, категорії, поверховості та визначає вимоги до конструкцій. Будівлі об'єктів ВВ, що є переважно одно- чи малоповерховими залізобетонними або цегляними спорудами, зазвичай мають достатню вогнестійкість завдяки матеріалам, але металеві конструкції, вразливі до високих температур, можуть потребувати додаткового вогнезахисту.

Організація шляхів евакуації забезпечує безпечний вихід людей із будівлі в разі пожежі. Вимоги до евакуації визначають кількість, розташування та параметри евакуаційних виходів, шляхів евакуації, їх протяжність і ширину. Для виробничих приміщень об'єктів ВВ, де персонал перебуває періодично, вимоги до евакуації враховують характер перебування людей. Машинні зали значної площі потребують щонайменше двох евакуаційних виходів, розташованих так, щоб з будь-якої точки був доступний вихід у безпечному напрямку.

До систем протипожежного захисту належать автоматична пожежна сигналізація, що виявляє пожежу на ранній стадії, системи оповіщення та керування евакуацією, автоматичні системи пожежогасіння для приміщень підвищеної небезпеки, протидимний захист. Для об'єктів ВВ протипожежний захист передбачається з урахуванням специфіки приміщень: у приміщеннях з вибухонебезпекою системи мають відповідне виконання, у кабельних спорудах і трансформаторних можуть передбачатися автоматичні системи пожежогасіння. Зовнішнє та внутрішнє протипожежне водопостачання забезпечується відповідно до нормативних вимог, причому для об'єктів водопостачання воно природно пов'язане з основною технологічною системою.

11.3. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту

Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту забезпечує захист об'єкта та людей від наслідків надзвичайних ситуацій – техногенних аварій, природних катастроф, а в умовах воєнного часу – від наслідків бойових дій. Для об'єктів водопостачання та водовідведення цей розділ набув особливого значення, оскільки ці об'єкти належать до критичної інфраструктури, від функціонування якої залежить життєзабезпечення населення, а в умовах війни вони стали потенційними об'єктами впливу.

Зміст розділу цивільного захисту охоплює оцінку небезпек, на які наражається об'єкт – від можливих техногенних аварій до загроз воєнного часу, і заходи щодо захисту від цих небезпек. До заходів належать рішення щодо захисних споруд для персоналу, заходи з підвищення стійкості об'єкта до впливів, заходи щодо запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Розділ розробляється на основі завдання, що видається з урахуванням вимог органів цивільного захисту, і його обсяг залежить від значущості об'єкта та рівня загроз.

Захисні споруди цивільного захисту для персоналу об’єктів ВВ є важливим елементом. Залежно від умов це може бути сховище, протирадіаційне укриття чи укриття найпростішого типу, що забезпечує захист персоналу під час загрози. В умовах воєнного часу вимоги щодо захисних споруд посилилися: об’єкти, де постійно перебувають люди, мають бути забезпечені укриттям чи прив’язані до найближчого існуючого сховища. ГІП, що проєктує об’єкт ВВ, повинен з’ясувати ці вимоги на стадії завдання та закласти відповідні рішення.

Особливе значення для об’єктів ВВ мають заходи з підвищення стійкості, що забезпечують функціонування об’єкта в умовах надзвичайних ситуацій і воєнного часу. Як зазначалося в технологічних розділах, до таких заходів належать автономне електропостачання насосних станцій із запасом палива, дублювання критичних елементів, акумулюючі ємності для стоків при відключеннях, можливість переходу на ручне керування. Ці заходи, що частково розглядаються в технологічних та інженерних розділах, інтегруються в розділі цивільного захисту, який дає цілісну картину стійкості об’єкта.

> ⚠ **Увага!** В умовах воєнного часу об’єкти водопостачання та водовідведення як критична інфраструктура потребують особливих заходів цивільного захисту: захисних споруд для персоналу, автономного живлення, дублювання критичних елементів, стійкості до впливів. ГІП має з’ясувати вимоги органів цивільного захисту на стадії завдання й інтегрувати заходи стійкості, що виникають у різних розділах, у цілісну картину.

11.4. Захист від шуму

Розділ захисту від шуму забезпечує обмеження шумового впливу об’єкта на персонал і оточення в межах допустимих рівнів. Об’єкти водопостачання та водовідведення є джерелами шуму, оскільки містять обертове та вібраційне обладнання – насоси, повітродувки, компресори, центрифуги, мішалки. Шум цього обладнання може перевищувати допустимі рівні як усередині приміщень, де він впливає на персонал, так і на межі території, де він впливає на прилеглу забудову.

Захист від шуму реалізується кількома засобами. Усередині приміщень застосовують звукопоглинальне облицювання, що зменшує

рівень шуму, та антивібраційні засоби, що зменшують передачу вібрацій від обладнання на конструкції. Обладнання встановлюють на антивібраційних опорах, між обладнанням і трубопроводами влаштовують гнучкі вставки, що перешкоджають передачі структурного шуму. Для зниження шуму на межі території враховують відстань від джерел до прилеглої забудови, застосовують шумозахисні екрани, зелені насадження.

Допустимі рівні шуму нормуються залежно від призначення території та часу доби – для прилеглої житлової забудови нічні норми суворіші за денні. Рівень шуму в робочих приміщеннях нормується вимогами охорони праці. Захист від шуму пов’язаний із санітарно-захисною зоною, розглянутою в розділі про генеральний план: розмір зони частково визначається необхідністю забезпечити допустимий рівень шуму на її межі. Для ГІПа захист від шуму є прикладом вимоги, що виникає з технологічного обладнання й реалізується через будівельні та планувальні рішення, пов’язуючи кілька розділів.

11.5. Розділи безпеки як інтеграція вимог

Особливістю розділів безпеки є те, що вони значною мірою інтегрують вимоги, що виникають в інших розділах проєкту. Пожежна небезпека приміщень визначається речовинами та технологічними процесами, тобто походить із технологічної частини. Категорування приміщень впливає на конструкції, електропостачання та вентиляцію. Заходи стійкості цивільного захисту значною мірою реалізуються в технологічних та інженерних розділах. Шумовий вплив породжується технологічним обладнанням і обмежується будівельними та планувальними засобами. Таким чином, розділи безпеки є місцем сходження вимог багатьох дисциплін.

Це робить розділи безпеки яскравим прикладом інтегруючої функції ГІПа. Жоден окремий виконавець не може забезпечити безпеку об’єкта самостійно, оскільки безпека є властивістю всього об’єкта, а не окремого розділу. Технолог визначає небезпечні речовини, але не проєктує вентиляцію. Інженер вентиляції видаляє небезпечні гази, але не визначає категорію приміщення. Конструктор забезпечує вогнестійкість, але не організовує евакуацію. Лише ГІП, що бачить проєкт цілісно, може забезпечити, щоб усі ці рішення були узгоджені та разом давали потрібний рівень безпеки.

Типовими проблемами, що виникають через неузгодженість розділів безпеки, є невідповідність між категорією приміщення та виконанням електрообладнання, недостатня вентиляція для приміщення з небезпечними газами, відсутність захисних споруд там, де вони потрібні, перевищення допустимого шуму на межі санітарно-захисної зони. Усі ці проблеми мають міждисциплінарний характер і виникають саме через брак координації. ГІП запобігає їм, забезпечуючи, щоб вимоги безпеки, які виникають в одному розділі, були враховані в усіх пов'язаних розділах.

Безпека як властивість усього об'єкта: безпека не може бути забезпечена окремим розділом, бо вона є властивістю всього об'єкта. Технолог визначає небезпеки, інженер вентиляції видаляє гази, конструктор забезпечує вогнестійкість, електрик – вибухозахист. Лише ГІП, що бачить проєкт цілісно, узгоджує ці рішення в потрібний рівень безпеки. Розділи безпеки – яскравий приклад інтегруючої функції ГІПа.

11.6. Управління розділами безпеки з позиції ГІПа

Контроль розділів безпеки з боку ГІПа починається з перевірки правильності визначення категорій приміщень за вибухопожежною небезпекою, оскільки це визначення є відправним для багатьох рішень. ГІП перевіряє, що категорування відповідає речовинам і процесам у приміщеннях, що наслідки категорування – вимоги до вогнестійкості, легкоскидних огороджень, виконання електрообладнання, вентиляції – реалізовані у відповідних розділах узгоджено.

Щодо цивільного захисту ГІП перевіряє, що вимоги органів цивільного захисту з'ясовані та враховані, що передбачені захисні споруди для персоналу там, де вони потрібні, що заходи стійкості, які виникають у технологічних та інженерних розділах, інтегровані в цілісну картину. В умовах воєнного часу він приділяє особливу увагу автономності живлення, дублюванню критичних елементів і захисту персоналу. Щодо захисту від шуму він перевіряє, що шумовий вплив обладнання обмежений до допустимих рівнів як для персоналу, так і на межі санітарно-захисної зони.

Наскрізною функцією ГІПа в розділах безпеки є забезпечення міждисциплінарної узгодженості. Він стежить, щоб вимоги безпеки, що виникають в одному розділі, були враховані в усіх пов'язаних. Він перевіряє, що немає невідповідностей між категорією приміщення та проєктними

рішеннями інших розділів, що всі небезпеки мають відповідні захисні заходи, що безпека об’єкта забезпечена цілісно. Розділи безпеки, що інтегрують вимоги багатьох дисциплін для захисту людей і середовища, є тим блоком, де брак координації має найтяжчі наслідки – від аварій до загрози життю, тому контроль ГІПа тут є особливо відповідальним.

Висновки

Комплекс розділів безпеки – пожежна безпека, інженерно-технічні заходи цивільного захисту, захист від шуму – забезпечує захист об’єкта водопостачання чи водовідведення, його персоналу й оточення від різних загроз. Ці розділи об’єднані тим, що всі стосуються захисту людей і середовища, і тим, що всі значною мірою інтегрують вимоги, які виникають в інших розділах проєкту.

Пожежна безпека відправляється від категорування приміщень за вибухопожежною небезпекою, що для об’єктів ВВ має специфіку через небезпечні речовини (метан, хлор, сірководень) і визначає вимоги до вогнестійкості, евакуації, протипожежного захисту, виконання обладнання. Цивільний захист забезпечує стійкість об’єкта та захист персоналу від надзвичайних ситуацій, що для об’єктів ВВ як критичної інфраструктури набуло особливого значення в умовах воєнного часу. Захист від шуму обмежує шумовий вплив технологічного обладнання на персонал і оточення.

Розділи безпеки є яскравим прикладом інтегруючої функції ГІПа, оскільки безпека є властивістю всього об’єкта, а не окремого розділу, і забезпечується узгодженням рішень багатьох дисциплін. Функція ГІПа полягає в контролі правильності визначення категорій приміщень, повноти заходів цивільного захисту та захисту від шуму, а також у забезпеченні міждисциплінарної узгодженості, брак якої в питаннях безпеки має найтяжчі наслідки.

Запитання для самоконтролю

1. Які групи рішень охоплює розділ пожежної безпеки?
2. Чому визначення категорії приміщення за вибухопожежною небезпекою є відправним для багатьох рішень?
3. Які приміщення об’єктів ВВ належать до небезпечних категорій і чому?
4. Які засоби протипожежного захисту застосовуються на об’єктах ВВ?
5. Чому розділ цивільного захисту набув особливого значення для об’єктів ВВ в умовах воєнного часу?

6. Які заходи з підвищення стійкості об’єкта інтегруються в розділі цивільного захисту?
7. Якими засобами реалізується захист від шуму та як він пов’язаний із санітарно-захисною зоною?
8. Чому розділи безпеки інтегрують вимоги багатьох дисциплін?
9. Чому безпека є властивістю всього об’єкта, а не окремого розділу?
10. Що перевіряє ГІП у розділах безпеки та чому міждисциплінарна узгодженість тут особливо важлива?

Практичне завдання

Для об’єкта водовідведення, що містить каналізаційну насосну станцію та споруди обробки осадів, складіть перелік приміщень із визначенням їх категорій за вибухопожежною небезпекою, обґрунтувавши категорію речовинами та процесами. Для приміщень небезпечних категорій опишіть, які наслідки категорування мають бути реалізовані в розділах конструкцій, електропостачання та вентиляції, і покажіть, як ГІП забезпечує їх узгодженість. Сформулюйте, які заходи цивільного захисту потрібні для цього об’єкта як критичної інфраструктури в умовах воєнного часу. Опишіть, які джерела шуму потребують захисних заходів і як шумовий вплив пов’язаний із санітарно-захисною зоною.

Література

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги».

ДБН В.2.5-56 «Системи протипожежного захисту».

ДСТУ щодо визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

ДБН В.1.2-4 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту».

ДБН В.2.2-5 «Захисні споруди цивільного захисту».

ДБН щодо захисту територій, будинків і споруд від шуму.

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди».

Тема 12. Оцінка впливів на навколишнє середовище та оцінка впливу на довкілля

Об’єкти водопостачання та водовідведення тісно взаємодіють із навколишнім середовищем: вони забирають воду з природних джерел, скидають очищені стічні води у водойми, утворюють осади та відходи, можуть бути джерелом викидів і запахів. Тому оцінка впливів на навколишнє середовище є невід’ємною частиною проєкту, що забезпечує екологічну безпеку об’єкта та відповідність його впливів встановленим вимогам. Цей розділ розкриває зміст екологічної частини проєкту, розмежовує два пов’язані, але різні поняття – оцінку впливу на довкілля як процедуру й оцінку впливів на навколишнє середовище як розділ проєкту – і показує специфіку екологічної оцінки для об’єктів водопостачання та водовідведення.

Екологічна частина проєкту набула особливого значення у зв’язку з посиленням природоохоронних вимог і європейською інтеграцією, що, як зазначалося в розділі про водовідведення, істотно змінила вимоги до якості очищення стічних вод. Для головного інженера проєкту екологічна частина є розділом, що потребує ранньої уваги, оскільки екологічні вимоги визначають технологічні рішення, і їх запізніле врахування призводить до перероблення проєкту. Майбутній ГІП має зрозуміти логіку екологічної оцінки, її зв’язок із технологією та місце в процедурі реалізації проєкту.

12.1. Розмежування оцінки впливу на довкілля та оцінки впливів на навколишнє середовище

У сфері екологічної оцінки існують два пов’язані, але різні поняття, які часто плутають і які важливо чітко розмежовувати. Перше – оцінка впливу на довкілля, що є публічною процедурою, регульованою окремим законом. Друге – оцінка впливів на навколишнє середовище, що є розділом проєктної документації. Розуміння різниці між процедурою та розділом є важливим для правильної організації роботи.

Оцінка впливу на довкілля як процедура є передбаченим законом механізмом, що передує прийняттю рішення про провадження планованої діяльності. Вона передбачає підготовку звіту з оцінки впливу на довкілля, громадське обговорення, розгляд уповноваженим органом і видачу висновку. Ця процедура є обов’язковою для видів діяльності та об’єктів, визначених законом, серед яких є і великі об’єкти водопостачання та

водовідведення – потужні очисні споруди, значні водозабори. Процедура оцінки впливу на довкілля проводиться до початку детального проєктування та визначає умови, за яких діяльність може провадитися.

Оцінка впливів на навколишнє середовище як розділ проєктної документації розробляється у складі проєкту відповідно до будівельних норм. Вона є розрахунковою та описовою частиною, що оцінює впливи об'єкта на компоненти середовища й обґрунтовує природоохоронні заходи. Цей розділ розробляється для об'єктів будівництва та реконструкції в межах проєкту та враховує результати процедури оцінки впливу на довкілля, якщо вона проводилася. Таким чином, процедура та розділ пов'язані: процедура є зовнішнім механізмом погодження, а розділ – частиною проєкту, що враховує її результати (табл. 12.1).

Таблиця 12.1

Розмежування процедури та розділу екологічної оцінки

Ознака	Оцінка впливу на довкілля	Розділ оцінки впливів
Природа	Публічна процедура за законом	Розділ проєктної документації
Коли	До початку детального проєктування	У складі проєкту
Результат	Висновок з умовами провадження	Розрахунково-описова частина проєкту
Для кого обов'язкова	Для визначених законом об'єктів	Для об'єктів будівництва та реконструкції

12.2. Зміст розділу оцінки впливів на навколишнє середовище

Розділ оцінки впливів на навколишнє середовище має визначену структуру, що забезпечує всебічну оцінку взаємодії об'єкта із середовищем. Він починається із загальної характеристики планованої діяльності – опису об'єкта, його призначення, технологічних процесів, що є джерелами впливу. Далі наводиться характеристика стану навколишнього середовища в районі розташування об'єкта – фізико-географічних умов, рельєфу, геології, гідрології, клімату, ґрунтів, рослинного та тваринного світу, що є вихідним станом, щодо якого оцінюються впливи.

Центральною частиною розділу є оцінка впливів об’єкта на компоненти середовища. Оцінюється вплив на атмосферне повітря – викиди під час будівництва й експлуатації, для об’єктів ВВ це можуть бути хлор від хлораторного господарства, запахи від очисних споруд. Оцінюється вплив на водне середовище – на поверхневі та підземні води, що для об’єктів ВВ є ключовим, оскільки вони забирають воду та скидають стічні води. Оцінюється вплив на земельні ресурси та ґрунти, на рослинний і тваринний світ, на соціальне й техногенне середовище. Окремо оцінюються впливи під час будівництва, що є тимчасовими.

Завершальною частиною розділу є комплекс заходів забезпечення нормативного стану середовища – природоохоронних заходів, що зменшують або усувають негативні впливи. Розділ завершується заявою про екологічні наслідки діяльності, що є офіційним документом, який підсумовує екологічну оцінку. Для ГІПа важливо, що розділ оцінки впливів не є формальним описом, а має містити обґрунтовані розрахунки впливів і конкретні заходи, відповідність яких технологічним рішенням він перевіряє.

12.3. Розрахунок умов скидання стічних вод

Найважливішим технічним елементом екологічної оцінки для об’єктів водовідведення є розрахунок умов скидання очищених стічних вод у водойму. Цей розрахунок визначає, до якого ступеня мають бути очищені стічні води, щоб їх скидання не порушувало стану водойми понад допустимі межі. Він безпосередньо пов’язує екологічну частину з технологічною, оскільки вимоги до якості очищення, що випливають із цього розрахунку, визначають склад очисних споруд.

Логіка розрахунку ґрунтується на здатності водойми до розведення та самоочищення. Стічні води, що скидаються, розводяться водою водойми, і концентрація забруднень знижується. Допустима концентрація забруднення в стічних водах визначається так, щоб після розведення концентрація у водоймі в контрольному створі не перевищувала гранично допустиму для цієї категорії водокористування з урахуванням фонової концентрації. Розрахунок виконується для кожного нормованого показника – органічних речовин, завислих речовин, сполук азоту, фосфору та інших. Чим менша здатність водойми до розведення та чим суворіші вимоги до її стану, тим глибшим має бути очищення.

Європейська інтеграція істотно змінила підхід до умов скидання, як зазначалося в розділі про водовідведення. Запроваджено вимоги до ступеня

очищення залежно від розміру агломерації та чутливості водойми, посилено вимоги щодо видалення біогенних елементів для скидання в уразливі зони. Це означає, що розрахунок умов скидання має враховувати не лише традиційні критерії розведення, а й нові нормативні вимоги, що можуть бути суворішими. Для ГІПа це підкреслює необхідність з'ясувати актуальні екологічні вимоги на стадії завдання, оскільки вони визначають технологічну схему очищення.

> ⚠ **Увага!** Розрахунок умов скидання визначає необхідний ступінь очищення стічних вод, а отже – склад очисних споруд. Європейська інтеграція посилила ці вимоги, зробивши обов'язковим видалення біогенних елементів для уразливих зон. ГІП має з'ясувати актуальні екологічні вимоги до скидання на стадії завдання, оскільки їх запізніле врахування означає перероблення технологічної частини.

12.4. Специфіка екологічної оцінки об'єктів водопостачання та водовідведення

Екологічна оцінка об'єктів водопостачання має свою специфіку, пов'язану насамперед із впливом на джерело водопостачання. Забір води з поверхневого чи підземного джерела впливає на його режим, тому оцінюється допустимість водозабору, його вплив на водний об'єкт, на рівень підземних вод. Важливим є питання зон санітарної охорони, розглянуте в технологічному розділі, що є засобом захисту джерела. Для водоочисних станцій оцінюється вплив скидання промивних вод фільтрів і осадів, поводження з реагентами, а для хлораторного господарства – потенційний вплив хлору в разі аварії.

Екологічна оцінка об'єктів водовідведення зосереджена насамперед на впливі скидання стічних вод на водойму-приймач, що є ключовим і визначає технологію очищення через розрахунок умов скидання. Окрім цього, оцінюється вплив запахів від очисних споруд, що визначає санітарно-захисну зону, поводження з осадами, що є значною екологічною проблемою, потенційний вплив у разі аварій – скидання неочищених стоків. Для очисних споруд екологічна оцінка є особливо ґрунтовною, тому що ці об'єкти є значним джерелом впливу на середовище.

Поводження з осадами стічних вод є окремою важливою екологічною проблемою. Осади, що утворюються під час очищення, містять забруднення

та потребують безпечного поводження – обробки, що знезаражує та стабілізує їх, і утилізації, що має бути екологічно прийнятною. Шляхи утилізації – використання як добрива, спалювання, захоронення – мають свої екологічні обмеження, що оцінюються в екологічній частині. Як зазначалося в розділі про водовідведення, питання утилізації осадів має бути вирішене на стадії проєктування, і екологічна оцінка є місцем, де це рішення обґрунтовується.

12.5. Місце екологічної частини в процесі проєктування

Екологічна частина посідає особливе місце в процесі проєктування, оскільки вона має розроблятися паралельно з технічними розділами, а не після них. Це випливає з того, що екологічні вимоги визначають технологічні рішення: вимоги до якості скидання визначають склад очисних споруд, санітарно-захисні зони визначають розміщення об’єкта, обмеження на водозабір визначають його параметри. Якщо екологічну частину розробляти після завершення технічних розділів, може виявитися, що технічні рішення не відповідають екологічним вимогам, тож їх доведеться переробляти.

Як зазначалося в розділі про склад документації, пізній запуск екологічного розділу є типовою помилкою ГІПа. Правильна практика полягає в тому, щоб з’ясувати екологічні вимоги на стадії завдання та розробляти екологічну частину паралельно з технічними, забезпечуючи їх взаємну узгодженість. Для об’єктів, що підлягають процедурі оцінки впливу на довкілля, ця процедура передує детальному проєктуванню та визначає умови, які мають бути враховані в проєкті. Таким чином, екологічні міркування супроводжують проєкт від самого початку.

Для ГІПа екологічна частина є розділом, що потребує ранньої та постійної уваги. Він має з’ясувати екологічні вимоги на стадії завдання, забезпечити їх врахування в технологічних рішеннях, координувати розроблення екологічної частини паралельно з технічними, перевірити узгодженість екологічних і технічних рішень. Зв’язок екологічної частини з технологією є двостороннім: екологічні вимоги визначають технологію, а технологічні рішення є предметом екологічної оцінки. ГІП забезпечує цей двосторонній зв’язок, не допускаючи розриву між екологічною та технологічною частинами.

Рання увага до екології: екологічні вимоги визначають технологічні рішення – склад очисних споруд, розміщення об’єкта, параметри водозабору. Тому екологічна частина має розроблятися паралельно з технічними, а не після них. ГІП з’ясовує екологічні вимоги на стадії завдання та забезпечує двосторонній зв’язок: екологія визначає технологію, технологія є предметом екологічної оцінки.

12.6. Управління екологічною частиною з позиції ГІПа

Контроль екологічної частини з боку ГІПа починається з раннього з’ясування екологічних вимог. ГІП визначає, чи підлягає об’єкт процедурі оцінки впливу на довкілля, які вимоги до якості скидання стічних вод діють, які санітарно-захисні зони потрібні, які обмеження на водозабір існують. Ці вимоги він враховує під час формування завдання та постановки завдань технологу, забезпечуючи, щоб технологічні рішення від початку відповідали екологічним вимогам.

У процесі проєктування ГІП координує розроблення екологічної частини паралельно з технічними, перевіряючи їх взаємну узгодженість. Він перевіряє, що розрахунок умов скидання виконаний коректно й вимоги до якості очищення, які з нього випливають, реалізовані в технологічній частині складом очисних споруд. Він перевіряє, що санітарно-захисні зони, обґрунтовані екологічною оцінкою, враховані в генеральному плані. Він перевіряє, що питання поводження з осадами вирішене й екологічно обґрунтоване.

Завершальною функцією ГІПа є перевірка повноти й обґрунтованості екологічної частини перед поданням на експертизу. Він переконується, що оцінені всі значущі впливи об’єкта на середовище, що передбачені природоохоронні заходи, що екологічні рішення узгоджені з технічними. Екологічна частина, що забезпечує екологічну безпеку об’єкта та відповідність його впливів встановленим вимогам, є розділом, де брак ранньої уваги має особливо дорогі наслідки, оскільки екологічні вимоги визначають технологію, і їх запізніле врахування означає перероблення значної частини проєкту. Тому рання та постійна увага ГІПа до екологічної частини є умовою успішної реалізації проєкту.

Висновки

Оцінка впливів на навколишнє середовище забезпечує екологічну безпеку об'єкта водопостачання чи водовідведення та відповідність його впливів встановленим вимогам. Важливо розмежовувати оцінку впливу на довкілля як публічну процедуру, що передує проєктуванню для визначених законом об'єктів, і оцінку впливів на навколишнє середовище як розділ проєктної документації, що враховує результати процедури.

Розділ оцінки впливів має визначену структуру – від характеристики діяльності та стану середовища через оцінку впливів на його компоненти до природоохоронних заходів і заяви про екологічні наслідки. Найважливішим технічним елементом для об'єктів водовідведення є розрахунок умов скидання стічних вод, що визначає необхідний ступінь очищення й безпосередньо пов'язує екологічну частину з технологічною. Європейська інтеграція посилила вимоги до якості скидання, зробивши обов'язковим видалення біогенних елементів для уразливих зон.

Екологічна оцінка об'єктів ВВ має специфіку – вплив на джерело водопостачання, на водойму-приймач стічних вод, поводження з осадами. Екологічна частина має розроблятися паралельно з технічними, оскільки екологічні вимоги визначають технологічні рішення. Функція ГІПа полягає в ранньому з'ясуванні екологічних вимог, забезпеченні їх урахування в технології, координації розроблення екологічної частини паралельно з технічними та перевірці їх узгодженості.

Запитання для самоконтролю

1. У чому різниця між оцінкою впливу на довкілля як процедурою та оцінкою впливів на навколишнє середовище як розділом проєкту?
2. Для яких об'єктів процедура оцінки впливу на довкілля є обов'язковою?
3. Яку структуру має розділ оцінки впливів на навколишнє середовище?
4. На які компоненти середовища оцінюється вплив об'єкта ВВ?
5. У чому полягає логіка розрахунку умов скидання стічних вод?
6. Як європейська інтеграція змінила вимоги до умов скидання?
7. У чому специфіка екологічної оцінки об'єктів водопостачання та водовідведення?
8. Чому поводження з осадами є окремою екологічною проблемою?
9. Чому екологічна частина має розроблятися паралельно з технічними розділами?

10. Що перевіряє ГІП в екологічній частині та чому рання увага до неї є важливою?

Практичне завдання

Для очисних споруд стічних вод, технологічну схему яких ви розробляли в розділі про водовідведення, опишіть логіку розрахунку умов скидання очищених стічних вод у водойму. Поясніть, як здатність водойми до розведення та вимоги до її стану визначають необхідний ступінь очищення і як це впливає на склад очисних споруд. Визначте, які компоненти середовища зазнають впливу цього об’єкта та які природоохоронні заходи мають бути передбачені. Поясніть, чому ви як ГІП з’ясували б екологічні вимоги до скидання ще на стадії завдання і які наслідки мав би їх запізнілий облік.

Література

Закон України «Про оцінку впливу на довкілля».

ДБН А.2.2-1 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)».

Закон України «Про водовідведення та очищення стічних вод».

Постанова Кабінету Міністрів України щодо очищення стічних вод перед скиданням в уразливі зони.

Нормативні документи щодо розрахунку гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти.

ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» (вимоги до якості очищених стічних вод).

Тема 13. Будівельне інформаційне моделювання та управління інформацією

Попередні розділи розглянули окремі частини проєкту – технологічну, архітектурну, конструктивну, інженерні, генеральний план, безпеку, екологію. Кожна з них розроблялася своїм виконавцем, мала свої вихідні дані та результати. Але проєкт є цілісним, і всі ці частини мають бути узгоджені між собою. Будівельне інформаційне моделювання й управління інформацією є тим, що інтегрує всі частини в єдину цифрову структуру та забезпечує їх узгодженість. Цей завершальний розділ узагальнює роль інформаційного моделювання, що проходила наскрізно через увесь посібник, і розкриває управління інформацією як систему, що організовує цифрову взаємодію всіх учасників проєкту.

Як зазначалося в першому розділі, реалістичною метою підготовки сучасного головного інженера проєкту є саме головний інженер, орієнтований на інформаційне моделювання, оскільки цифрові технології роблять координацію видимою та навчально відтворюваною. Цей розділ розкриває, як організовується управління інформацією, що таке середовище спільних даних, як виконується координація моделей і виявлення колізій, як інформаційне моделювання інтегрує всі розділи проєкту. Виклад спирається на стандарти управління інформацією та показує їх практичне застосування для об’єктів водопостачання та водовідведення.

13.1. Інформаційне моделювання як інтегруюча основа проєкту

Будівельне інформаційне моделювання у своїй суті є не програмою та не набором програм, а підходом до організації роботи над проєктом на основі єдиної інформаційної структури. Традиційне проєктування оперувало комплектами креслень, що були незалежними документами, узгодженість яких забезпечувалася вручну. Інформаційне моделювання оперує моделями, що є структурованими наборами даних про об’єкт, і креслення стають похідними від моделей або принаймні пов’язаними з ними. Це змінює саму природу координації: замість зіставлення незалежних креслень з’являється можливість аналізу єдиної інформаційної структури.

Принципова цінність інформаційного моделювання для комплексного проєкту полягає в інтеграції. Кожна частина проєкту розробляється у своєму середовищі – архітектура та конструкції в платформі моделювання будівель, зовнішні мережі та генплан у середовищі проєктування інфраструктури,

технологічні трубопроводи у спеціалізованому середовищі. Але всі ці моделі можуть бути об’єднані в єдину інформаційну структуру, де вони існують у спільному просторі та можуть бути перевірені на взаємну узгодженість. Саме ця інтеграція є тим, що перетворює набір окремих моделей на цілісну модель проєкту.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення інтегруюча роль інформаційного моделювання є особливо цінною через складність взаємодії частин. Як показали попередні розділи, технологія визначає вимоги щодо всіх інших розділів, конструкції утримують технологічне обладнання та рідини, інженерні системи забезпечують функціонування та безпеку, генплан розміщує все на місцевості. Ця щільна взаємодія створює безліч точок можливих конфліктів, які в традиційному проєктуванні виявлялися пізно та коштували дорого. Інформаційне моделювання дає змогу виявити їх рано, на стадії проєктування, у цифровому середовищі.

13.2. Стандарти управління інформацією

Управління інформацією в інформаційному моделюванні регулюється системою стандартів, що визначають принципи та процеси організації інформаційної взаємодії. Ці стандарти, гармонізовані з міжнародними, встановлюють спільну термінологію, ролі учасників, структуру інформаційних вимог, порядок обміну інформацією. Для ГІПа знання цих стандартів є основою для організації інформаційного процесу в проєкті, а їх застосування забезпечує впорядкованість і простежуваність роботи з інформацією.

Стандарти управління інформацією вводять ієрархію інформаційних вимог (табл. 13.1). На вершині перебувають вимоги замовника до інформації, що визначають, яка інформація потрібна йому для управління активом протягом його життєвого циклу. Ці загальні вимоги конкретизуються у вимоги до інформації проєкту й вимоги до обміну інформацією, що визначають, які моделі, на якому рівні деталізації, у яких форматах і в які терміни передаються між учасниками. Ця ієрархія забезпечує, що інформація, яка створюється в проєкті, відповідає реальним потребам, а не накопичується безцільно.

Важливим поняттям стандартів є рівні інформаційної потреби, що визначають, наскільки детальною та насиченою має бути інформація на кожному етапі. Як зазначалося в розділі про склад документації, надмірна деталізація марнує ресурси, а недостатня унеможливлює використання

моделі. Стандарти встановлюють принцип, за яким рівень інформаційної потреби визначається метою використання інформації: інформація має бути достатньою для досягнення мети, але не надлишковою. Для ГІПа це означає необхідність свідомо задавати потрібний рівень деталізації для кожного елемента й етапу, що закріплюється в плані реалізації інформаційного моделювання.

Таблиця 13.1

Ієрархія інформаційних вимог у проєкті

Рівень вимог	Що визначає	Хто встановлює
Вимоги замовника до інформації	Інформація для управління активом	Замовник
Вимоги до інформації проєкту	Інформація для реалізації проєкту	Замовник, конкретизація
Вимоги до обміну інформацією	Моделі, деталізація, формати, терміни	Деталізація для виконавців
Рівень інформаційної потреби	Деталізація та насиченість на етапі	Згідно з метою використання

13.3. Середовище спільних даних

Центральним поняттям управління інформацією є середовище спільних даних – єдиний простір, у якому зберігається та через який обмінюється вся інформація проєкту. Середовище спільних даних є не просто файловим сховищем, а організованою системою, що забезпечує впорядковане зберігання, контроль версій, розмежування доступу, відстеження змін. Воно є цифровим аналогом єдиного джерела істини, у якому кожен учасник знаходить актуальну інформацію та до якого додає результати своєї роботи.

Середовище спільних даних організоване за зонами, що відображають статус інформації. Зона роботи в процесі містить інформацію, над якою виконавець ще працює та яка не призначена для використання іншими. Зона спільного використання містить інформацію, перевірену й надану іншим учасникам для координації, але ще не затверджену. Зона опублікованої інформації містить затверджену інформацію, придатну для використання. Зона архіву зберігає попередні версії. Така структура забезпечує, що учасники працюють з інформацією відповідного статусу: для координації

використовується перевірена інформація зони спільного використання, для будівництва – затверджена інформація зони опублікованого.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення, у проєктуванні яких беруть участь фахівці багатьох напрямів, середовище спільних даних є особливо важливим. Воно забезпечує, що всі працюють з узгодженими вихідними даними, що зміни одного розділу стають видимими для пов’язаних розділів, що версії документів контролюються. Як зазначалося в першому розділі, контроль вихідних даних є важливою функцією ГІПа, а середовище спільних даних є інструментом, що цей контроль підтримує, запобігаючи роботі різних розділів з різними версіями даних.

Середовище спільних даних: це не файлове сховище, а організована система із зонами за статусом інформації: робота в процесі, спільне використання, опубліковане, архів. Вона забезпечує єдине джерело істини, контроль версій і розмежування доступу. Для ГІПа це інструмент контролю вихідних даних, що запобігає роботі розділів з різними версіями.

13.4. Об’єднана модель і координація дисциплін

Інтеграція моделей різних дисциплін реалізується через об’єднану модель – сукупність пов’язаних моделей різних розділів, що існують у спільному просторі. Об’єднана модель формується в спеціалізованому середовищі координації, куди завантажуються моделі архітектури, конструкцій, інженерних систем, технології, генплану. Завдяки спільній системі координат, заданій рівнями та осями, моделі поєднуються в просторі так, як вони будуть розташовані в реальному об’єкті.

Об’єднана модель дає змогу побачити проєкт цілісно й виконати координацію – перевірку взаємної узгодженості розділів. Координація виявляє конфлікти між частинами проєкту, які в традиційному проєктуванні залишалися непоміченими до будівництва. Чи не перетинає технологічний трубопровід будівельну конструкцію, чи достатньо місця для прокладання повітроводів, чи не конфліктують кабельні траси з трубопроводами, чи відповідають прорізи в конструкціях трубопроводам, що крізь них проходять, – усі ці питання вирішуються на об’єднаній моделі.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення координація є особливо цінною через щільну насиченість приміщень. Машинні зали насосних станцій, споруди водоочисних і очисних станцій містять багато

технологічного обладнання, трубопроводів, повітроводів, кабельних трас в обмеженому просторі. Без координації ці елементи неминуче конфліктуватимуть, і конфлікти виявлятимуться на будівельному майданчику, де їх усунення є складним і дорогим. Координація на об'єднаній моделі дає змогу виявити та вирішити ці конфлікти на стадії проєктування.

13.5. Виявлення колізій

Найвідчутнішим інструментом координації є автоматичне виявлення колізій – конфліктів між елементами різних моделей. Середовище координації дає можливість автоматично перевіряти, чи не перетинаються елементи різних дисциплін, чи дотримані мінімальні відстані між ними, і формувати звіт про виявлені колізії з їх розташуванням і характеристиками. Це переводить пошук конфліктів із трудомісткого ручного зіставлення креслень у автоматизовану процедуру.

Колізії бувають різних типів (табл. 13.2). Жорстка колізія є фізичним перетином елементів – трубопровід проходить крізь балку, повітровод перетинає колону. М'яка колізія є порушенням мінімальної відстані без фізичного перетину – недостатній простір між трубопроводом і стіною для монтажу чи обслуговування. Кожна виявлена колізія отримує статус, що відстежує її опрацювання: нова, активна, переглянута, вирішена. Це дає змогу керувати процесом усунення колізій, призначати відповідальних, контролювати виправлення.

Таблиця 13.2

Типи колізій та їх опрацювання

Тип / аспект	Зміст	Приклад для об'єктів ВВ
Жорстка колізія	Фізичний перетин елементів	Трубопровід крізь балку, повітровод крізь колону
М'яка колізія	Порушення мінімальної відстані	Замало місця для монтажу засувки
Статуси опрацювання	Нова, активна, переглянута, вирішена	Відстеження усунення колізій
Роль координатора	Виявляє та фіксує колізію	Не приймає інженерне рішення
Роль ГІПа	Приймає рішення про усунення	Визначає, що саме змінити

Принципово важливим є розуміння того, що виявлення колізій є інструментом, а не рішенням. Як зазначалося в першому розділі щодо розмежуванні ролей, координатор інформаційного моделювання виявляє колізію, але рішення про те, що змінювати: трасу трубопроводу, конструкцію, відмітку, технологічний вузол – приймається під технічним керівництвом ГІПа. Автоматичне виявлення колізій звільняє ГІПа від рутинного пошуку конфліктів, даючи змогу зосередитися на змістовних інженерних рішеннях щодо їх усунення. У цьому виявляється, як інформаційне моделювання не зменшує, а збагачує роль ГІПа.

13.6. Зв’язок моделі з обсягами, вартістю та часом

Інформаційна модель є джерелом не лише геометрії, а й даних для інших аспектів проєкту. Як зазначалося в розділі про кошторисну документацію, з моделі можуть витягуватися обсяги робіт – об’єми матеріалів, кількість обладнання, довжини трубопроводів, що передаються у відомість обсягів робіт і кошторис. Цей зв’язок моделі з вартістю іноді називають доданим виміром моделювання, що пов’язує геометричну модель із вартісними даними.

Аналогічно модель може бути пов’язана із часом – з графіком будівництва. Прив’язка елементів моделі до етапів будівництва дає змогу візуалізувати послідовність зведення об’єкта в часі, що допомагає планувати будівництво та виявляти просторово-часові конфлікти – наприклад, спробу змонтувати обладнання до завершення конструкцій, що його утримують. Цей зв’язок моделі з часом є ще одним виміром моделювання, що інтегрує проєктування з організацією будівництва.

Для ГІПа ці зв’язки моделі з вартістю та часом є втіленням простежуваності, про яку йшлося в розділі про кошторис. Коли обсяги витягуються з моделі, вони автоматично відповідають проєктним рішенням, що забезпечує достовірність кошторису. Коли графік пов’язаний із моделлю, послідовність будівництва ґрунтується на реальній геометрії. Однак, як і в інших аспектах інформаційного моделювання, ці зв’язки достовірні лише настільки, наскільки правильні дані в моделі, тому ГІП поєднує їх можливості з критичною перевіркою, що є наскрізним принципом усього посібника.

13.7. План реалізації інформаційного моделювання

Організація інформаційного моделювання в конкретному проєкті закріплюється в плані реалізації інформаційного моделювання – документі, що визначає, як інформаційне моделювання застосовуватиметься в проєкті. Цей план є практичним інструментом, що переводить загальні принципи стандартів у конкретні правила для цього проєкту. Він визначає мету застосування моделювання, ролі учасників, програмне забезпечення, правила іменування файлів, рівні деталізації для кожної дисципліни на кожному етапі, формати та терміни обміну, структуру середовища спільних даних, процедуру координації та виявлення колізій.

План реалізації інформаційного моделювання є документом, що значною мірою стосується ГІПа, оскільки саме він, як технічний інтегратор, зацікавлений у тому, щоб інформаційний процес був організований так, щоб забезпечувати координацію. Як зазначалося в першому розділі щодо розмежуванні ролей, менеджер інформаційного моделювання визначає, як організовано моделювання, але ГІП використовує результати цієї організації для прийняття технічних рішень. Тому ГІП бере участь у формуванні вимог до плану реалізації, забезпечуючи узгодженість організації моделювання із цілями координації.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення план реалізації моделювання має враховувати специфіку галузі – наявність специфічного технологічного обладнання, що потребує спеціальних сімейств, щільну насиченість приміщень, що підвищує важливість координації, специфічні вимоги до рівнів деталізації різних елементів. Правильно складений план реалізації забезпечує, що моделювання підпорядковується реальним потребам проєкту, а не виконується формально. Це знову підкреслює принцип, проведений через увесь посібник: інформаційне моделювання є інструментом професійної відповідальності, а не самоціллю.

13.8. Інформаційне моделювання та життєвий цикл об’єкта

Цінність інформаційного моделювання не обмежується стадією проєктування. Модель, створена в процесі проєктування, може використовуватися протягом усього життєвого циклу об’єкта – під час будівництва, експлуатації, реконструкції. Модель будівництва, доповнена фактичними даними про збудований об’єкт, стає моделлю виконавчої документації, що відображає об’єкт у тому вигляді, у якому він збудований. Ця модель передається замовнику для управління активом.

Для об’єктів водопостачання та водовідведення, що є тривало експлуатованою інфраструктурою, цінність моделі для експлуатації є значною. Модель, що містить інформацію про обладнання, його характеристики, розташування, може використовуватися для планування технічного обслуговування, управління активами, інтеграції з системами диспетчеризації та географічними інформаційними системами. Вимоги замовника до інформації, що перебувають на вершині ієрархії інформаційних вимог, відображають саме ці потреби управління активом протягом життєвого циклу.

Для ГІПа розуміння життєвого циклу інформації означає, що модель створюється не лише для випуску проєктної документації, а й як актив, що слугуватиме об’єкту протягом усього його існування. Це впливає на вимоги до інформаційного наповнення моделі: модель має містити інформацію, потрібну не лише для проєктування та будівництва, а й для експлуатації. Таке розуміння інтегрує проєктування в ширший контекст управління інфраструктурою, що відповідає сучасним підходам до управління активами, згаданим у другому розділі, де розглядалися міжнародні стандарти.

13.9. Управління інформацією з позиції ГІПа

Роль ГІПа в управлінні інформацією випливає з його загальної інтегруючої функції. ГІП є не адміністратором інформаційного процесу – це роль менеджера інформаційного моделювання, а споживачем і замовником результатів цього процесу для цілей технічної координації. Він бере участь у формуванні вимог до інформаційного процесу, забезпечуючи, щоб організація моделювання сприяла координації, і використовує результати – об’єднану модель, звіти про колізії, обсяги – для прийняття технічних рішень.

У повсякденній роботі ГІП використовує середовище спільних даних для контролю вихідних даних, забезпечуючи, щоб усі розділи працювали з узгодженою інформацією. Він використовує координацію та виявлення колізій для перевірки взаємної узгодженості розділів, приймаючи рішення щодо усунення виявлених конфліктів. Він використовує зв’язок моделі з обсягами для контролю достовірності кошторису. При цьому він пам’ятає наскрізний принцип посібника: інформаційне моделювання робить координацію наочною та контрольованою, але не скасовує інженерної

відповідальності, оскільки модель достовірна лише настільки, наскільки правильними є закладені в неї дані.

У цьому виявляється головна теза, проведена через увесь посібник від першого розділу: інформаційне моделювання не зменшує, а збагачує роль ГІПа. Звільняючи його від рутинного пошуку конфліктів і ручного зіставлення креслень, воно дає змогу зосередитися на змістовних інженерних рішеннях і на якості координації. Інформаційне моделювання робить роботу ГІПа наочною та навчально відтворюваною, що, як зазначалося в першому розділі, робить підготовку головного інженера, орієнтованого на інформаційне моделювання, реалістичною метою університетської освіти. Цей завершальний розділ замикає логіку посібника: від професійної рамки ГІПа через нормативну базу, склад документації, технологічні рішення, окремі розділи проєкту – до цифрової інтеграції, що поєднує усе це в цілісний проєкт.

Висновки

Будівельне інформаційне моделювання й управління інформацією інтегрують усі частини проєкту в єдину цифрову структуру та забезпечують їх узгодженість. Інформаційне моделювання є не програмою, а підходом до організації роботи на основі єдиної інформаційної структури, що змінює природу координації, роблячи можливим аналіз цілісної моделі замість зіставлення незалежних креслень.

Управління інформацією регулюється стандартами, що вводять ієрархію інформаційних вимог і поняття рівнів інформаційної потреби. Центральним інструментом є середовище спільних даних – організована система із зонами за статусом інформації, що забезпечує єдине джерело істини та контроль вихідних даних. Інтеграція моделей реалізується через об’єднану модель і координацію, найвідчутнішим інструментом якої є автоматичне виявлення колізій, що є особливо цінним для щільно насичених об’єктів ВВ. Модель пов’язується з обсягами, вартістю та часом, реалізуючи простежуваність проєктних рішень, а організація моделювання закріплюється в плані його реалізації.

Цінність моделі поширюється на весь життєвий цикл об’єкта, від проєктування до експлуатації, що є особливо значущим для тривало експлуатованої інфраструктури водопостачання та водовідведення. Роль ГІПа в управлінні інформацією полягає не в адмініструванні процесу, а у використанні його результатів для технічної координації. Інформаційне

моделювання не зменшує, а збагачує роль ГІПа, звільняючи його від рутини та даючи змогу зосередитися на змістовних рішеннях. Цим завершується розгляд комплексного проєктування систем водопостачання та водовідведення – від професійної рамки головного інженера проєкту до цифрової інтеграції, що поєднує всі розділи в цілісний, узгоджений і придатний до реалізації проєкт.

Запитання для самоконтролю

1. Чому будівельне інформаційне моделювання є підходом до організації роботи, а не просто програмою?
2. У чому полягає інтегруюча роль інформаційного моделювання для комплексного проєкту?
3. Яку ієрархію інформаційних вимог вводять стандарти управління інформацією?
4. Що таке середовище спільних даних і які зони воно містить?
5. Як середовище спільних даних підтримує контроль вихідних даних, що є функцією ГІПа?
6. Що таке об’єднана модель і як вона сприяє координації?
7. Які типи колізій існують і чим жорстка колізія відрізняється від м’якої?
8. Чому виявлення колізій є інструментом, а не рішенням, яка тут роль ГІПа?
9. Як модель пов’язується з обсягами, вартістю та часом?
10. Чому інформаційне моделювання не зменшує, а збагачує роль ГІПа?

Практичне завдання

Для комплексного об’єкта водопостачання чи водовідведення, окремі розділи якого ви розробляли протягом вивчення посібника, опишіть концепцію організації інформаційного процесу. Визначте, моделі яких дисциплін будуть створені та в яких середовищах, як вони об’єднаються у єдину модель. Опишіть, які типи колізій між дисциплінами є найбільш імовірними для цього об’єкта та чому, а також поясніть, як виявлення колізій допоможе їх вирішити на стадії проєктування. Сформулюйте, які елементи плану реалізації інформаційного моделювання ви як ГІП вважали б критичними для забезпечення координації, і поясніть, чому модель має враховувати потреби не лише проєктування та будівництва, а й експлуатації об’єкта.

Література

ДСТУ ISO 19650 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням. Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання» (частини щодо понять і принципів та щодо фази постачання активів).

Національні стандарти щодо рівнів інформаційної потреби та щодо організації інформаційних контейнерів і процесів у будівельному інформаційному моделюванні.

Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання в Україні.

Стандарти управління активами в контексті життєвого циклу інфраструктури.

Документація користувача середовищ інформаційного моделювання та координації (Autodesk Help).

Список використаної літератури

1. *Про архітектурну діяльність* : Закон України від 20.05.1999 № 687-XIV // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-14#Text (дата звернення: 18.05.2026).
2. *Про будівельні норми* : Закон України від 05.11.2009 № 1704-VI // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17#Text (дата звернення: 18.05.2026).
3. *Про водовідведення* та очищення стічних вод : Закон України від 12.01.2023 № 2887-IX // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2887-20#Text (дата звернення: 18.05.2026).
4. *Про оцінку впливу* на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text (дата звернення: 18.05.2026).
5. *Про регулювання* містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text (дата звернення: 18.05.2026).
6. *Про затвердження* Порядку очищення стічних вод перед скиданням в уразливих зонах : постанова Кабінету Міністрів України від 02.04.2024 № 378 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/378-2024-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
7. *Про затвердження* Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у [...] : постанова Кабінету Міністрів України від 11.09.1996 № 1100 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-%D0%BF (дата звернення: 18.05.2026).
8. *Про затвердження* Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів [...] *:* постанова Кабінету Міністрів України від 11.05.2011 № 560 // База даних «Законодавство України» / ВР

України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/560-2011-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
9. *Про правовий режим* зон санітарної охорони водних об'єктів : постанова Кабінету Міністрів України від 18.12.1998 № 2024 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-98-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
10. *Деякі особливості* визначення вартості будівництва, а також поточного середнього ремонту, поточного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг [...] : постанова Кабінету Міністрів України від 19.11.2025 № 1512 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1512-2025-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
11. *Деякі питання* професійної атестації виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єктів архітектури : постанова Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 № 554 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-2011-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
12. *ДБН А.2.1-1-2008*. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 05.02.2008 № 56.
13. *ДБН А.2.2-1:2021*. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 30.12.2021 № 366.
14. *ДБН А.2.2-3:2014*. Склад та зміст проєктної документації на будівництво. Зі Змінами № 1, № 2 та Поправкою до Зміни № 2 : затверджено наказом Мінрегіону України від 04.06.2014 № 163.
15. *ДБН А.3.1-5:2016*. Організація будівельного виробництва : затверджено наказом Мінрегіону України від 05.05.2016 № 115.
16. *ДБН Б.2.2-12:2019*. Планування та забудова територій : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.04.2019 № 104.
17. *ДБН В.1.1-31:2013*. Захист територій, будинків і споруд від шуму : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.12.2013 № 630.

18. *ДБН В.1.1-7:2016*. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги : затверджено наказом Мінрегіону України від 31.10.2016 № 287.
19. *ДБН В.1.2-14:2018*. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд : затверджено наказом Мінрегіону від 02.08.2018 № 198.
20. *ДБН В.1.2-2:2006*. Навантаження і впливи. Норми проєктування : затверджено наказом Мінбуду України від 3 липня 2006 р. № 220.
21. *ДБН В.1.2-4:2019*. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.03.2019 № 82 дск.
22. *ДБН В.2.2-27:2025*. Промислові будівлі : затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 12.06.2025 № 990.
23. *ДБН В.2.2-28:2010*. Будинки адміністративного та побутового призначення : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30.12.2010 № 570 та від 10.02.2011 № 23.
24. *ДБН В.2.2-5:2023*. Захисні споруди цивільного захисту : затверджено наказом Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 № 702.
25. *ДБН В.2.5-23:2025*. Проєктування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд : затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 25.08.2025 № 1301.
26. *ДБН В.2.5-56:2014*. Системи протипожежного захисту : затверджено наказом Мінрегіону України від 13.11.2014 № 312.
27. *ДБН В.2.5-64:2012*. Внутрішній водопровід та каналізація : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 31.10.2012 № 553.
28. *ДБН В.2.5-67:2013*. Опалення, вентиляція та кондиціонування : затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013 № 24 та від 28.08.2013 № 410.
29. *ДБН В.2.5-74:2013*. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. Зі Зміною № 1 : затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 № 133 та від 28.08.2013 № 410.

30. *ДБН В.2.5-75:2013*. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. Зі Зміною № 1 : затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 №134 та від 28.08.2013 № 410.
31. *ДБН В.2.6-198:2014*. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1 : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 06.10.2014 № 167.
32. *ДБН В.2.6-98:2009*. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 : затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 24.12.2009 № 680.
33. *ДСП 173-96*. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами : затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173.
34. *ДСТУ 3451-96*. Технічні засоби для розподілених автоматизованих систем керування технологічними процесами. Загальні вимоги до спряження виробів : затверджено наказом Держстандарту України від 28 жовтня 1996 р. № 450.
35. *ДСТУ 8855:2019*. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) : затверджено наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 24 червня 2019 р. № 175.
36. *ДСТУ Б В.1.1-36:2016*. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 № 158.
37. *ДСТУ Б В.2.6-145:2010*. Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ) : затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 26.10.2010 № 416.
38. *ДСТУ ISO 19650-1:2020*. Організація та оцифрування інформації щодо будівель і споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням. Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання : затверджено наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 18 березня 2020 р. № 73.

39. *ДСТУ ISO 55000:2019*. Управління активами. Загальний огляд, принципи та термінологія (ISO 55000:2014, IDT) : затверджено наказом ДП «УкрНДНЦ» від 21.12.2019 № 469.
40. *Про затвердження* кошторисних норм України : наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 № 281 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0281914-21#Text (дата звернення: 18.05.2026).
41. *Про затвердження* Порядку розроблення проектної документації на будівництво об'єктів : наказ Мінрегіону України від 16.05.2011 № 45 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0651-11#Text (дата звернення: 18.05.2026).
42. *Про затвердження* Порядку розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та Порядку розроблення схем оптимізації систем централізованого [...] : наказ Мінрозвитку громад та територій України від 12.06.2025 № 986 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1183-25#Text (дата звернення: 18.05.2026).
43. *Про затвердження* Правил улаштування електроустановок : наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0476732-17#Text (дата звернення: 18.05.2026).
44. *Проєкт* ДБН В.2.5-74:202Х «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».
45. *Проєкт* ДБН В.2.5-75:202Х «Водовідведення. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування».
46. *Проєкт* ДСТУ «Методи визначення витрат і напорів, гідравлічні розрахунки систем водопостачання та водовідведення».
47. *Проєкт* ДСТУ «Настанова з проєктування водозабірних і водоочисних споруд».

Навчальне видання

КРАВЧЕНКО Олександр Валерійович,
АРГАТЕНКО Тетяна Вікторівна,
НЕЧИПОР Оксана Михайлівна,
КУБА Тетяна Василівна

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Навчальний посібник

Випусковий редактор *Т. В. Івченко*
Комп'ютерне верстання *Т. В. Івченко*

Ум. друк. арк. 11,16. Обл.-вид. арк. 12,0.
Електронний документ. Вид № 109/V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002