

Шаповал С. В., Болотських О. М.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002; e-mail: Svitlana.Shapoval@kname.edu.ua; bo-lotskich@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-9452-0503>; <https://orcid.org/0000-0002-1929-3013>)

ПРОБЛЕМИ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Питання сталого розвитку регіонів і країни у цілому вирішуються скороченням споживання матеріальних ресурсів і енергії, впровадженням високих технологій, екологічним управлінням, соціальним регулюванням. Недосконалість проектних рішень, застарілі нормативи, дефекти будівництва та експлуатації ведуть до надмірних втрат тепла в будівлях. Незважаючи на нові вимоги щодо посилення теплоізоляції, практично всі індивідуальні забудовники повністю їх ігнорують. При розробці проектів необхідно не тільки орієнтуватися на досягнення необхідних у будівельних нормах критеріїв теплозахисту і теплозбереження, а також активно застосовувати раціональні архітектурно-будівельні рішення, ресурсозберігаючі технології ведення будівельних і будівельно-монтажних робіт, прогресивні будівельні матеріали і конструкції. При виробництві будівельних матеріалів і конструкцій треба використовувати інноваційні енергоефективні технології, а також включати промислові відходи у виробництво будівельних матеріалів; при веденні будівельних і будівельно-монтажних робіт – використання сучасних машин і механізмів, прогресивних технологій і технічного оснащення, впровадження наукової організації праці, оптимальних логістичних потоків, мережевого планування, а також безпечних і нешкідливих умов праці.

Ключові слова: екологічна ефективність, матеріаломісткість будівництва, енергоефективність, відходи виробництва, місцеві матеріали

Вступ. Будівельна галузь, що має величезне значення для всіх галузей народного господарства, відчуває сьогодні значні зміни, пов'язані з вимогами до підвищення енергетичної та екологічної ефективності об'єктів будівництва, ресурсо- і енергозбереження. Роль ресурсозбереження у сучасній економіці обумовлена необхідністю розробки і побудови цілісної моделі управління будівництвом. Питання сталого розвитку регіонів і країни у цілому вирішуються скороченням споживання матеріальних ресурсів і енергії, впровадженням високих технологій, екологічним управлінням, соціальним регулюванням. Ресурсозбереження знижує обсяги відходів, скидів і викидів, що у свою чергу зменшує їх негативний вплив на людину і навколишнє середовище. Недосконалість проектних рішень, застарілі нормативи, дефекти будівництва та експлуатації ведуть до надмірних втрат тепла в будівлях (40% через огорожі, 30-40% через вікна, 9% через дах, 10-15% через підлоги першого поверху) [1-3]. Оптимальні розміри несучих конструкцій передбачають отримання достатньої надійності при мінімальних витратах будівельних матеріалів. У той же час якісні параметри

застосовуваних зараз архітектурних систем у більшості своїй не відповідають новим вимогам з енергоефективності, ресурсозбереження. Незважаючи на нові вимоги щодо посилення теплоізоляції, практично всі індивідуальні забудовники повністю їх ігнорують. Архітектурно-будівельні системи нового покоління забезпечують широкі можливості організації внутрішнього простору житлових будівель, гігієнічну якість, безпеку і комфорт житла, а також підвищення енергоефективності та зниження матеріаломісткості будівництва на основі технічного переозброєння діючої матеріально-технічної бази житлового будівництва і створення нових технологій виробництва [4-6].

Актуальність. Одним з актуальних напрямків ресурсо- і енергозбереження є створення нового покоління елементів будівельних конструкцій масового застосування, що володіють підвищеним рівнем теплозахисту. Виробництво таких виробів має становити основу будівельної індустрії, а їх застосування дозволить знизити вартість, підвищити якість і прискорити зведення об'єктів. В основу архітектурно-будівельних систем масового малоповерхового житлового будівництва, які

застосовуються в містах та інших поселеннях, повинні бути покладені конструкції з місцевого будівельного матеріалу, деревини, а також створені на основі тонкостінного металевого профілю та ефективних утеплювачів у формі залишеної опалубки [7,8] .

Постановка задачі. Ресурсозбереження має розглядатися на всіх етапах будівництва: при виборі ділянки будівництва – враховувати природно-кліматичні, гірничо-геологічні, сейсмічні, ландшафтні умови, наявність існуючої промислової і комунальної забудови, а також пропускну здатність інфраструктурних об'єктів; при розробці проектів необхідно не тільки орієнтуватися на досягнення необхідних у будівельних нормах критеріїв теплозахисту, а також активно застосовувати раціональні архітектурно-будівельні рішення, ресурсозберігаючі технології ведення будівельних і будівельно-монтажних робіт, прогресивні будівельні матеріали і конструкції; при виробництві будівельних матеріалів і конструкцій використовувати інноваційні енергоефективні технології, а також включати промислові відходи у виробництво будівельних матеріалів; при експлуатації: зниження енерго-, тепло, водоспоживання в будівлях, збільшення термінів експлуатації і міжремонтних циклів, створення комфортних умов проживання.

Методи рішення. Основу організації ресурсо- та енергозберігаючого будівельного виробництва складають: ресурсозберігаючі та енергозберігаючі технології виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій; енергозберігаючі методи організації трудових процесів; ресурсозбереження та енергозбереження при виробництві будівельних робіт; проектування енергозберігаючих будинків з високим класом енергоефективності; енергозберігаючий менеджмент експлуатації будівель і споруд; виробництво поточних і капітальних ремонтів будівлі ресурсозберігаючими і енергозберігаючими способами; ресурсозбереження та енергозбереження у процесі виведення будівлі з експлуатації і у процесі утилізації будівельних матеріалів. Тенденції енергоспоживання і

стратегія енергозбереження в житловому будівництві складаються під впливом особливостей, властивих даному виду будівельної діяльності, що проявляється у наступному: на рівень енергоспоживання в житловому будівництві та житловому фонді визначальний вплив робить цілеспрямована державна енергозберігаюча політика, яка передбачає посилення енергетичних стандартів на житло, техніку і обладнання, зміна технологій проектування і будівництва, використання енергоефективних будівельних матеріалів; при будівництві одного і того ж типу будівель у різних регіонах потрібна різна кількість енергоресурсів. Тому масштаби цього ефекту залежать від безлічі факторів, які необхідно враховувати вже на початкових стадіях створення будівель; завдання енергозбереження, що стоять перед проектувальниками на кожному етапі життєвого циклу будівлі, особливі в кожному конкретному випадку.

Основна частина. Енергоресурси використовуються при виробництві проміжної будівельної продукції (будівельних матеріалів та виробів), зведенні та експлуатації будівлі в обсязі, заданому при його проектуванні. Це дозволяє виділити етапи життєвого циклу будівлі, що розрізняються по структурі енергоспоживання, складу характерних заходів з енергозбереження, показниками і методам оцінки їх результативності. Життєвий цикл будівлі об'єднує такі основні етапи: проектування, будівництво, експлуатацію, капітальний ремонт та утилізацію. Із точки зору енергоспоживання перший і останній етапи не представляють інтересу. Основна частка енерговитрат (до 90%) припадає на експлуатацію будівель, у процесі виробництва будівельних матеріалів і конструкцій споживається близько 8%, у процесі будівництва – приблизно 2% [9]. З позиції енергозбереження у житловому будівництві провідна роль належить етапам проектування і зведення будівлі, кінцевий результат яких проявляється у соціально-економічному ефекті на етапі експлуатації будівлі. Роль проектування у рішенні задач енергозбереження в житловому будівництві, перш за все, полягає в переробці

інформації про будівельний об'єкт, розробці архітектурно-будівельних ідей, виборі альтернативних варіантів проекту відповідно до вимог будівельних норм, оцінці прогресивності проектних рішень і можливостей інвестування. У процесі проектування формуються основні проектні техніко-економічні показники житлового будинку – кошторисна вартість, тривалість будівництва, характер будівельних матеріалів та конструкцій, організаційно-технологічні методи виконання будівельно-монтажних робіт, експлуатаційні та споживчі, в тому числі енергетичні, якості житла як товару, що надалі обумовлює прибутковість або збитковість управління ним при експлуатації [10-12]. Етап будівництва включає ряд технологічних процесів, сукупним результатом яких є введення в дію готової будівельної продукції. Кожен процес вимагає певного витрати енергоресурсів і супроводжується їх втратою. Паливо та енергія витрачаються в процесі виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, при їх транспортуванні на будівельний майданчик; на освітлення та опалення будівель при виконанні будівельно-монтажних робіт; при використанні засобів малої механізації, електричного інструменту, підійомно-транспортних механізмів. Крім того, енергоресурси витрачаються у суміжних галузях на виробництво будівельних машин і механізмів, матеріалів і продукції, призначених для будівництва. Проектування будівель повинно вестися з використанням високоефективних, екологічно чистих і довговічних матеріалів і технологій. При цьому повинні бути досліджені можливості застосування як нових, так і традиційних будівельних матеріалів, включаючи особливо легкі пористі бетони і дерево. Енергоємність будівельних матеріалів ще належить проаналізувати, проте наявні результати вже дозволяють зробити попередні оцінки. Керамзит, наприклад, виходить з ужитку саме завдяки великим енергетичним витратам на його виготовлення. За даними [13], на організацію виробництва цегли, рівного по теплозахисних властивостях мінераловатних утеплювача потрібно зробити капіталовкладень у 7 разів

більше, ніж для виробництва утеплювача. Виробництво будівельних матеріалів вимагає значних енергетичних витрат. Процес виробництва будівельних матеріалів є більшим споживачем енергетичних ресурсів, ніж процес зведення об'єктів, при цьому найбільш енергоємними є виробництво цементу, листового скла, збірних залізобетонних конструкцій і виробів, штучних стінових матеріалів [12]. Відомо, що багато «відходів» є вторинною сировиною для виробництва нової продукції. Якщо встановити правильну, справедливую ціну за первинну природну сировину (і виручені гроші направляти на відновлення пошкодженої природи), то вторинна сировина стане майже безкоштовною

При формуванні та розробці енергозберігаючих заходів необхідно раціонально використовувати комплексний підхід до дослідження системи споживання енергоресурсів. Витрати енергоресурсів при виробництві будівельно-монтажних робіт розподілені по восьми групах: транспортні потреби, побутові потреби, освітлення, технічні потреби, автоматизація процесів управління, опалення та кондиціонування, організаційно-технологічні потреби та інші витрати. У кожній групі проаналізовані і виділені їх основні складові. Наприклад, на організаційно-технологічні потреби необхідні наступні енерговитрати: на розробку і переміщення ґрунту; на подачу матеріалів і конструкцій до місця їх використання та установки; на створення необхідних параметрів мікроклімату; на приведення матеріалів і конструкцій до необхідного стану; на інші організаційно-технологічні потреби. Дослідження цих витрат дозволяє вибрати найбільш ефективний склад заходів, що забезпечує зниження енергоспоживання при зведенні будівель і споруд в кожному конкретному випадку. Виявлені організаційно-технологічні методи класифіковані за функціональною ознакою і за ознакою часу їх переважної реалізації. За функціональною ознакою можливі заходи можуть бути розподілені за такими групами: адміністративно-правові; нормативні; технічні; технологічні; організаційні; економічні; інші. За ознакою часу реалізації вони

розподіляються наступним чином: заходи, реалізовані при проектуванні будинків і споруд, в тому числі: вибір архітектурно-планувальних рішень, що допускають проведення робіт в умовах негативних температур із мінімальною витратою енергоресурсів; використання виробів і конструкцій, що вимагають мінімальної витрати енергоресурсів при їх виготовленні і монтажі, у тому числі в умовах негативних температур; використання будівельних матеріалів, які не потребують додаткової витрати енергоресурсів при виробництві будівельних робіт, в тому числі при негативних температурах; проектування систем опалення будівель і споруд з урахуванням можливості раціонального їх використання при виконанні будівельно-монтажних робіт в зимовий час; вибір організаційно-технологічних рішень зведення будівель і споруд, що відповідають вимогам зниження витрат енергоресурсів.

Дбайливе і раціональне використання природних ресурсів у даний час набуває особливого значення. Вирішення цієї актуальної народногосподарської проблеми передбачає розробку ефективних безвідходних технологій за рахунок комплексного використання сировини, що одночасно призводить і до ліквідації величезного екологічного збитку, що чиниться «кладовищами» відходів. Один із найбільш перспективних напрямків утилізації промислових відходів – їх використання у виробництві будівельних матеріалів, що дозволяє до 40% задовольнити потреби в сировині, цієї найважливішої галузі промисловості. Застосування відходів промисловості дозволяє на 10-30% знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів порівняно з виробництвом їх із природної сировини, економія капітальних вкладень при цьому становить 35-50%. На основі застосування відходів промисловості можливий розвиток виробництва не тільки традиційних, а й нових ефективних будівельних матеріалів. Нові матеріали мають комплекс поліпшених технічних властивостей і в той же час характеризуються найменшою ресурсоемкістю як в процесі виробництва, так і при застосуванні. Останнім часом у нашій країні

використання промислових відходів як в будівництві, так і в промисловості будівельних матеріалів помітно скоротилося, що пов'язано із загальним падінням рівня промислового виробництва та з відсутністю належного стимулювання використання вторинних ресурсів у виробництві. У цьому плані приклад показують західні країни. Наприклад, у Данії рівень утилізації матеріалів досяг 100%. У Нідерландах створена цілісна, екологічно витримана концепція розвитку будівельної індустрії, яка заснована на впровадженні замкнутого безвідходного виробництва з багаторазовим використанням техногенної сировини [14].

Висновок. Будівництво є найбільш матеріаломістким галуззю – для отримання кінцевої продукції будматеріали постачають понад 70 галузей економіки країни. Структура продукції будівельної галузі наочно демонструє, що енергоспоживання при створенні будівельної продукції розподіляється за двома основними стадіями – виробництво будівельних матеріалів і процес зведення об'єктів – і становить приблизно 23,5% від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт. багато матеріалів, які використовуються в сучасній будівельній індустрії, не відповідають вимогам економічності та сталого розвитку. Відносна дешевизна енергії в розвинених країнах призвела до марнотратного її використання та поширенню енергоємних технологій, а, отже, до підвищення забрудненості навколишнього середовища. Світова енергетична криза змушує сьогодні уряди багатьох країн переглянути цю політику. Найважливіший резерв ресурсозбереження в будівництві – це широке використання вторинних матеріальних ресурсів, якими є відходи виробництва і споживання. Тому в будівництві пропонується орієнтуватися на широке використання матеріалів з низькою і середньою енергоємністю виробництва. При веденні будівельних і будівельно-монтажних робіт використання сучасних машин і механізмів, прогресивних технологій і технічного оснащення, впровадження наукової організації праці, оптимальних логістичних потоків, мережевого планування,

а також безпечних і нешкідливих умов праці дозволить знизити енергетичні витрати будівельного виробництва. Таким чином, облік енергоємності будівельних матеріалів протягом всього життєвого циклу будівель, проведення енергетичного аналізу для знову проєктованих і реконструйованих будівель сприяє більш розумного вибору матеріалів і відповідає принципам сталого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Березнюк А. Н. Удосконалення організаційно-технологічних рішень будівництва і реконструкції з урахуванням ресурсозбереження / А. Н. Березнюк, Р. Б. Папірник, В. Т. Шаленний // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. – № 3. – С. 22 – 28.
2. Шелегеда Б. Г. Ресурсозбереження в будівництві: від проєкту до експлуатації житлових будинків / Б. Г. Шелегеда, А. Ю. Кравцов // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – К.: Техніка, 2010. – № 96. – С. 410 – 418.
3. Экологическое домостроение. Строительные материалы: аналит. обзор / А. В. Аврорин. – Новосибирск : [б. и.], 1999. – 71 с. – (Экология. Серия / Рос.АН.Сиб.отд. ГПНТБ, Дальневост. гос.техн. ун-т ; вып.53).
4. Экологическое домостроение. Проблемы энергосбережения / А. В. Аврорин, И. А. Огородников и др. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, ГипроНИИ, АОЗ «Экодом», 1997. – 71 с. (Серия «Экология». Вып. 43).
5. Dileep K.. Life-cycle cost analysis of building wall and insulation materials.[Electronic resource] / K. Dileep, X.W. Zou Patrick, R. A. Memon. – First Published June 27, 2019. – Research Article: <https://doi.org/10.1177/1744259119857749>. – Journal of Building Physics.
6. Alam M. Energy saving performance assessment and lessons learned from the operation of an active phase change materials system in a multi-storey building in Melbourne. Applied Energy. – 2019. – V. 238. – P. 1582 – 1595.
7. Vincelas, FFC, Ghislain, T, Robert, T Influence of the types of fuel and building material on energy savings into building in tropical region of Cameroon. Applied Thermal Engineering. – 2017. – V.122, – P. 806 – 819.
8. Ballarini, I. Energy refurbishment of the Italian residential building stock: energy and cost analysis through the application of the building typology / Ballarini I., V. Corrado, F. Madonna, S. Paduos, F. Ravasio // Energy Policy. – June 2017, V. 105. – P. 148-160.
9. Шаповал С. В. Обґрунтування застосування сучасних технологічних рішень зведення надбудови будівель із покращеними енергозберігаючими характеристиками / С. В. Шаповал, В. В. Шаповал. – Науковий Вісник будівництва, №4(82). – 2015. – С. 93-96.
10. Помазан М. Д. Формирование основных положений природоподобных технологий в строительстве Украины / М. Д. Помазан // Международный научный журнал. – К. – 2017. – Вып. 1, т. 2 – С. 113-123.
11. Помазан М. Д. Принцип минимума и равномерности для рационализации / М. Д. Помазан // Международный научный журнал. – К. – 2016. – Вып. 4. т.2 – С. 85-88.
12. Помазан М. Д. Экономическая эффективность применения облегченных железобетонных коробчатых перекрытий / М. Д. Помазан // Наук. вісн. буд-ва. – Х. : ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2011. – Вип. 65. – С. 419–429.
13. Шаповал С. В. Энергосберегающая технология получения гипса из отходов промышленности / С. В. Шаповал, М. А. Долгий // Комунальне господарство міст: наук. -техн. зб. – К.: Техніка, 2009. – Вип. 88. – С. 64 – 68.
14. Хорошенко В. Д. Энергосберегающие технологии в архитектуре жилых зданий Украины / В. Д. Хорошенко, Г. А. Демина // Наук. вісн. буд-ва – Х. : ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2018. – Вип. 92, № 2. – С. 138 – 145.

Шаповал С. В., Болотских О. Н. ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Вопросы устойчивого развития регионов и страны в целом решаются сокращением потребления материальных ресурсов и энергии, внедрением высоких технологий, экологическим управлением, социальным регулированием. Несовершенство проектных решений, устаревшие нормативы, дефекты строительства и эксплуатации ведут к чрезмерным потерям тепла в зданиях. Несмотря на новые требования по усилению теплоизоляции, практически все индивидуальные застройщики полностью их игнорируют. При разработке проектов необходимо не только ориентироваться на достижение необходимых в строительных нормах критериев теплозащиты и теплосбережения, а также активно применять рациональные архитектурно-строительные решения, ресурсосберегающие технологии ведения строительных и строительно-монтажных работ, прогрессивные строительные материалы и конструкции. При производстве строительных материалов и конструкций следует использовать инновационные энергоэффективные технологии, а также включать промышленные отходы в производство строительных материалов; при ведении строительных и строительно-монтажных работ – использование современных машин и механизмов, прогрессивных технологий и технического оснащения, внедрения научной организации труда, оптимальных логистических потоков, сетевого планирования, а также безопасных и безвредных условий труда. Для решения проблем энергосбережения необходимо выбирать архитектурно-планировочные решения, допускающие проведение работ в условиях отрицательных температур с минимальным расходом энергоресурсов; использовать изделия и конструкции, требующие минимального расхода энергоресурсов при их изготовлении и монтаже; применять строительные материалы, не требующие дополнительного расхода энергоресурсов при выполнении строительных работ, в том числе при отрицательных температурах; проектировать

системы отопления зданий и сооружений с учетом возможности рационального их использования при выполнении строительно-монтажных работ в зимнее время; выбирать организационно-технологические решения возведения зданий и сооружений, отвечающих требованиям снижения расходов энергоресурсов.

Ключевые слова: экологическая эффективность, материалоемкость строительства, энергоэффективность, отходы производства, местные материалы

Shapoval S.V., Bolotskikh O. N. PROBLEMS OF RESOURCE SAVING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

The issues of sustainable development of the regions and the country as a whole are solved by reducing the consumption of material resources and energy, the introduction of high technologies, environmental management, and social regulation. Inadequate design decisions, outdated standards, defects in construction and operation lead to excessive heat loss in buildings. Despite the new requirements for enhancing thermal insulation, almost all individual developers completely ignore them. When developing projects, it is necessary not only to be guided by the achievement of the criteria for heat protection and heat conservation required in building codes, but also to actively apply rational architectural and construction solutions, resource-saving technologies for building and construction and installation works, progressive building materials and structures. In the production of building materials and structures, innovative energy-efficient technologies should be used, as well as industrial waste should be included in the production of building materials; in the conduct of construction and installation works, the use of modern machines and mechanisms, advanced technologies and technical equipment, the introduction of scientific labor organization, optimal logistics flows, network planning, as well as safe and harmless working conditions. To solve the problems of energy saving, it is necessary to choose architectural and planning solutions that allow work in conditions of negative temperatures with a minimum consumption of energy resources; use products and structures that

require a minimum energy consumption during their manufacture and installation; apply building materials that do not require additional energy consumption during construction work, including at low temperatures; to design heating systems for buildings and structures, taking into account the possibility of their rational use when performing construction and installation works in the winter;

choose organizational and technological solutions for the construction of buildings and structures that meet the requirements of reducing energy costs.

Key words: environmental efficiency, construction material consumption, energy efficiency, production waste, local materials.

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-99-1-207-212
УДК 628.1

Шарков В. В., Циганкова С. Г., Нестерова О. В., Журавльова О. А.

*ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
(вул. Чернишевського 24-а, Дніпро, 49600, Україна, e-mail: shar_kov@ukr.net; svth1173@i.ua;
melenanesterenko@gmail.com; e.2018.zh@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-8942-3701>;
<https://orcid.org/0000-0002-9837-3109>; <https://orcid.org/0000-0003-1035-6572>;
<https://orcid.org/0000-0003-4964-343X>)*

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОПТИМІЗАЦІЯ ТА НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ»

Зміни в програмах підготовки студентів спеціальності «Будівництво та цивільне будівництво» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» привели до введення нових дисциплін, які змінюють академічне навантаження, виключаючи деякі курси або зменшуючи їх обсяг, в навчальний процес. Втрачені курси стали основою для вивчення наступних дисциплінарних планів та є важливими для освоєння спеціальності. При розробці плану і програми «Оптимізація і надійність систем водопостачання та каналізації» необхідно враховувати навчальний матеріал, який в залежності від обставин не може бути адресований студентам. Така постановка питання збереже зв'язки між дисциплінами, не залишить поза увагою навчання і не зменшить вимоги до підготовки студентів. Стаття містить розділи і питання, які слід враховувати в програмі нової дисципліни.

Ключові слова: оптимізація, надійність, водопостачання, водовідведення, програма.

Вступ. Зміни в освітніх програмах навчання студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» призвели до введення в навчальний процес нових та потрібних для оволодіння спеціальністю дисциплін. Введення нових дисциплін змінює навчальне навантаження, виключаючи деякі курси чи зменшуючи їх обсяг. Такі курси були і є дуже важливими для навчання та оволодіння спеціальністю, тому такі зміни, з нашої точки зору, знижують знання студентів, особливо в питаннях проектування та експлуатації систем водопостачання та водовідведення в цілому та їх окремих елементів. Також, важливо відмітити, що втрачені курси чи їх частини є основою для вивчення наступних за планами або нових дисциплін.

Тому, при розробці планів та програм нових дисциплін слід враховувати навчальний матеріал, який за наведеними обставинами, не може бути викладеним студентам. Така постановка питання дозволить зберегти зв'язки між дисциплінами, не втратити сенс навчання та не знизити вимоги до підготовки студентів.

Результати дослідження. Однією з нових дисциплін є «Оптимізація та надійність систем водопостачання та водовідведення». Навчальне навантаження дисципліни складається з лекційного курсу, практичних робіт та курсового проекту. Назва дисципліни вказує на можливість розділення викладання навчального матеріалу на дві частини.

Перша частина курсу – «Оптимізація систем водопостачання та водовідведення» має мету вивчення шляхів