

раскрыть учебный материал раздела. Последовательность разделов тесно обусловлена разделением курса на семестры, увязана с выполнением лабораторных работ, курсовых проектов и контрольной работы. Сформулированы требования к курсовым проектам по дисциплине.

На основе содержания учебного материала дисциплины составлены учебно-методические карты учебной дисциплины для различных форм получения образования

В информационно методической части приведен список источников, полноценно раскрывающих курс и позволяющих успешно усвоить все вопросы программы в процессе самостоятельной работы. Сформулированы критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся при проведении промежуточной аттестации. Проведен примерный перечень контрольных вопросов

Программа отличается от учебной программы для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» большей направленностью на изучение современных методов расчета и конструирования. В новой программе отдельные разделы и подразделы значительно переработаны в связи с вводом в действие в Республике Беларусь новых технических нормативных правовых актов (ТНПА) по проектированию строительных конструкций.

Особое внимание в программе обращено на обучение студентов на более высоком уровне научным основам обеспечения надежности, долговечности и живучести конструкций, что позволит сформировать научно ориентированную часть выпускников вузов, в которых остро нуждается строительная отрасль Республики Беларусь.

*УДК 69.07*

## **СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ**

**И.А.Бусел**

Профессор, доктор геолого-минералогических наук  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрен синергетический подход к диагностике реконструируемых объектов, учитывающий совместную работу основания, фундамента и надземной части здания. Методологические аспекты реализуются в процедуре последовательного изучения и оценки состояния обследуемого геолого-технического объекта для создания компьютерных имитационных моделей и последующей разработки проектных решений по усилению конструкций, фундаментов, упрочнению грунтов.

Ключевые слова: обследование, здания, фундаменты, основания, методология, реконструкция, геолого-технический объект, компьютерное моделирование.

Для диагностики реконструируемых зданий и сооружений предлагается синергетический подход, предполагающий применение совокупности понятий и методов в исследовании и управлении открытыми нелинейными самоорганизующимися системами и изучение связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в динамических системах благодаря обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях.

В таком контексте методологические аспекты диагностики зданий и сооружений при их реконструкции реализуются в следующей процедуре.

1. Объект исследований.
2. Системный подход.
3. Техническое обследование зданий.
4. Инженерно-геологическая диагностика грунтов оснований.
5. Разработка имитационной компьютерной модели объекта «Как есть».
6. Оценка условий и причин деформирования зданий.
7. Создание имитационной компьютерной модели объекта «Как должно быть».
8. Разработка мероприятий по укреплению оснований и усилению фундаментов и строительных конструкций.
9. Разработка системы управления проектом реконструкции здания.

#### 1. Объект исследований

Поскольку существующие здания представляют собой реальный геолого-технический объект (ГТО) [1], состоящий в общем случае из двух подсистем: технической (здание или сооружение, включая фундамент) и геологической (массив грунтов), диагностические задачи, цели и методы исследования каждой из подсистем должны быть разными, но объединены в одну систему, благодаря их структурной общности. Поэтому для зданий следует различать техническую и инженерно-геологическую диагностику.

При вступлении элементов во взаимодействие формируются связи между ними. Для ГТО наиболее характерными являются вещественные, энергетические и информационные связи, а также их комбинации. По характеру связей различают прямые, обратные и нейтральные.

Исходя из вышеизложенного, отображение любого ГТО можно представить в форме описания отношений преобразований и отношений связей в элементах этой системы.

#### 2. Системный подход

Диагностика реконструируемых зданий должна включать достаточно полную и комплексную оценку и анализ технического состояния конструкций с учетом реальных условий их совместной работы с основанием. Это положение в диагностике деформирования зданий является основным, поскольку оно связано с исследованием причин повреждения здания, по-

становки диагноза и назначения «терапии». При проведении таких исследований должны учитываться свойства материалов конструкций во взаимодействии с агрессивными средами и знакопеременными температурами, условия совместной работы конструкций при возникновении деформаций грунтов основания, испытывающих уменьшение несущей способности от внешних механических и физико-химических воздействий и характера эксплуатации здания [2].

### 3. Техническое обследование зданий

Техническая диагностика зданий выполняется в соответствии с СП 1.04.02-22 ( ТКП 45-1.04-37) «Общие положения по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений».

Проведение диагностирования зданий позволяет на основании собранной по определенной методике информации изучить техническое состояние здания, признаки деформирования его конструкций, установить главные причины и степень риска, выдать обоснованные рекомендации по реконструкции здания и инженерной защите территории, примыкающей к нему, от опасных инженерно-геологических процессов.

### 4. Инженерно-геологическая диагностика грунтов основания

Для повышения ресурсов несущей способности грунтов, выбора объемов и методов исследования, оценки состояния сферы взаимодействия, разработки наиболее эффективной технологии стабилизации и нейтрализации негативных процессов в ее пределах, определения имеющихся деформаций и деструкций в несущих элементах здания проводится инженерно-геологическая диагностика оснований с целью выявления процессов, протекающих в сфере взаимодействия геологической среды со зданием, которые вызывают развитие деформаций.

Методологической основой инженерно-геологической диагностики оснований могут служить рекомендации, изложенные в СН 1.02.01-2019 (СНБ 1.02.01-1996) «Инженерные изыскания для строительства», а также опубликованные результаты научных разработок [1].

### 5. Методы и средства диагностики для разработки информационной модели геолого-технического объекта «Как есть»

Для создания качественной информационной модели существующего геолого-технического объекта «Как есть» должны применяться современные методы и средства диагностики и определяться оптимальный набор обследуемых параметров зданий и сооружений по СП 1.04.02-22 и СН 1.02.01-2019.

Выбор методов и средств диагностики элементов геолого-технического объекта зависит от результатов визуального осмотра состояния здания и предварительной оценки причин его деформирования.

### 6. Оценка условий и причин деформирования зданий

При изучении условий причин деформации зданий можно выделить два подхода: конструктивный и инженерно-геологический [2]. Конструк-

тивный подход предполагает исследование причин деформаций основных несущих конструкций зданий как результата их взаимодействия с факторами внешней среды. Второй подход предусматривает изучение процессов и явлений, возникающих в грунтах оснований зданий под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности человека.

7. Создание имитационной компьютерной модели объекта «Как должно быть».

На имитационной компьютерной модели «Как есть» выявляются дефекты и намечаются мероприятия по их устранению. Создается имитационная компьютерная модель «Как должно быть», с учетом мероприятий по исключению повреждений, усилению строительных конструкций, укреплению фундаментов, упрочнению грунтов и др.

8. Разработка мероприятий по укреплению оснований и усилению фундаментов и строительных конструкций.

Разрабатываются проектные решения по усилению строительных конструкций, фундаментов и упрочнению грунтов оснований.

9. Разработка системы управления проектом реконструкции здания.

С учетом положений, изложенных в [1], разрабатывается информационная система управления проектом реконструкции здания или сооружения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бусел И. А. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Основы методологии. Минск: Издательский центр БГУ, 2015.-394 с.

2. Пашкин Е. М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. М.: Высшая школа, 1998.-255с.

УДК 628.517.2

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ**

**А.И. Згировский**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Шумозащитные экраны вдоль автомагистралей стали устанавливать в Республике Беларусь относительно недавно. Шумозащитные или акустические экраны устанавливаются как вдоль автомобильных дорог общего пользования, так и в условиях городской застройки для защиты от шума потока как автомобильного, так и железнодорожного транспорта.

Шумозащитные экраны должны устанавливаться на минимально допустимом расстоянии от автомагистрали или железной дороги с учетом требований по безопасности движения. Материалы для проектирования