

НАПРАВЛЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ В ЦЕНТРЕ КОМПЕТЕНЦИЙ: «ИНЖИНИРИНГ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ (ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ)»

В 2025 году в центре компетенций «Цифровой инжиниринг и робототехника» БрГТУ кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» совместно с организациями партнерами и заказчиками кадров созданы 4 уникальные современные учебные лаборатории:

- 1. Цифровые системы газоснабжения (Digital gas supply systems)**
- 2. Вентиляция и кондиционирование (Ventilation and air conditioning)**
- 3. Автоматизированные и интеллектуальные инженерные системы (Automated and intelligent of engineering systems)**
- 4. Устройство инженерных систем зданий (Arrangement of building engineering systems)**

Лаборатории созданы для обучения студентов специальности углубленного высшего образования «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» профилиаций «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» и «Интеллектуальные системы жизнеобеспечения зданий и сооружений» (открыта в 2025 году) в том числе в рамках сетевого обучения.

Лаборатории содержат комплексы действующих экспериментальных лабораторных стендов с использованием современного, высокоэффективного и энергосберегающего оборудования, применяемого в системах отопления, тепло- и газоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Такие лабораторные стенды помогают будущим инженерам значительно повысить эффективность изучения лекционного материала по профильным дисциплинам, дают возможность наглядно изучить оборудование и работу систем, увидеть воочию функционирование тех или иных устройств, автоматизацию современных систем, что способствует практико-ориентированности обучения.

Кроме того, лаборатории содержат постоянно пополняемый фонд оборудования и элементов инженерных систем, как новейших модификаций, так и применявшихся ранее, отечественных и зарубежных. В настоящее время имеется в наличии около двух тысяч подобных элементов, ряд которых представлен производителями оборудования в форме, удобной для изучения (в разборном виде, в разрезе).

Только за 2025 год лаборатории укомплектованы более тысячей единиц современных элементов инженерных систем и оборудования, из части которого создан ряд крупных лабораторных стендов. Поиск новых контактов с профильными организациями осуществляется постоянно.

ЛАБОРАТОРИЯ «ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ»

С сентября 2025 года вступила в строй созданная летом 2025 года УП «Брестоблгаз» уникальная учебная лаборатория «Цифровые системы газоснабжения».

Финансирование лаборатории (текущий ремонт, оборудование, монтаж оборудования) осуществлено Министерством энергетики Республики Беларусь, Государственным производственным объединением по топливу и газификации «Белтопгаз», УП «Брестоблгаз»; компьютеры и мебель закуплены за счет Министерства образования Республики Беларусь.

В лабораторию также предоставили оборудование: ООО «ФерролиБел» (г.Фаниполь), СП ОАО «Брестгазоаппарат» (г.Брест), ООО «ТермоТеплоСистем» (г.Минск), ЗАО «ИНДЕЛКО» (г.Минск).

Основное оборудование и стенды, а также задачи, которые будут решаться на них следующие:

1. **Стенд «Газовое оборудование».** Изучение конструкции такого оборудования, как газовые фильтры, предохранительно-сбросной клапан, газовые регуляторы различного принципа действия, в том числе пилотные и беспилотные регуляторы, регуляторы с монитором (рис. 1).



Рисунок 1 –Стенд для изучения конструкции оборудования

2. **Стенд газорегуляторная установка (узел редуцирования) и стенд «Телеметрия»** (рис. 2) – проверка на герметичность установленных регуляторов, предохранительно-сбросных клапанов, предохранительно запорных клапанов, арматуры с помощью программно-технического комплекса Region-gaz; отработка мероприятий по пусконаладочным работам (последовательность); имитация аварийных ситуаций на ГРП (сработка ПЗК, загрязнение фильтра или импульсных трубок, падение давления до или после регулятора). Шкаф телеметрии – отображение показателей с ГРУ, их связь и мониторинг с диспетчерским пунктом. Имеется имитация вывода КШЦП (кран шаровой цельносварной приварной) из грунта под ковер.



Рисунок 2 – Газорегуляторная установка

3. Стенд «Электрохимическая защита газопровода», станция катодной защиты газопроводов – разбор устройства и принципа работы станции катодной защиты, обслуживание данных шкафов, демонстрация защиты газопровода (рис. 3).



Рисунок 3– Станция катодной защиты

4. Стенд «Газонаполнительная станция». Обучение работе на газонаполнительных пунктах, а именно обработка поступающих заявок на наполнение бытовых газовых баллонов, внесение информации о них, работа в компьютерной программе по учету баллонов (рис. 4).



Рисунок 4 – Макет конвейерной ленты с баллоном и считывателями RFID-MeT0k

5. Стенд «Внутридомовая система газоснабжения» и стенд «Подземный газопровод с газопроводом-вводом». Подключение бытового потребителя (кухня, котельная) – изучение подключения газовых плит, газовых колонок, напольного газового котла (QR-коды для ознакомления с разборкой и наладкой каждого оборудования), изучение современных газовых горелок, изучение неисправностей, возникающих в ходе эксплуатации данного оборудования; разбор узла выхода газопровода из земли, узел учета потребления газа со счетчиком; измерение расхода газа в различных газовых приборах и сравнение с техническими характеристиками, изучение устройства газовых котлов и колонок (рис. 5).



Рисунок 5 – Стенд с подключением бытового потребителя, пример QR-кода

6. Стенд «Коммунально-бытовой потребитель». Подключение коммунально-бытового потребителя – измерение расхода газа ультразвуковым счетчиком, закрытие клапана при срабатывании датчика загазованности помещения, изучение устройства газовых котлов (рис. 6).



Рисунок 6 –Стенд с подключением коммунально-бытового потребителя

7. Стенд «Индивидуальная баллонная установка с двумя 50-литровыми баллонами». Индивидуальная газобаллонная установка – изучение устройства, способа подключения и эксплуатации индивидуальных газобаллонных установок, выявление ошибок при эксплуатации (рис. 7).



Рисунок 7 – Индивидуальная газобаллонная установка

8. Стенд «Сварочный пост». Имитация рабочего места сварщика, изучение методов сварки и подготовки трубопроводов к сварке (трубогиб, резак, др. инструменты), выполнение сварки с закладным нагревательным элементом автоматическим сварочным аппаратом ПРОТВА; изучение требований к сварным швам и видов испытаний сварных швов (рис. 8).

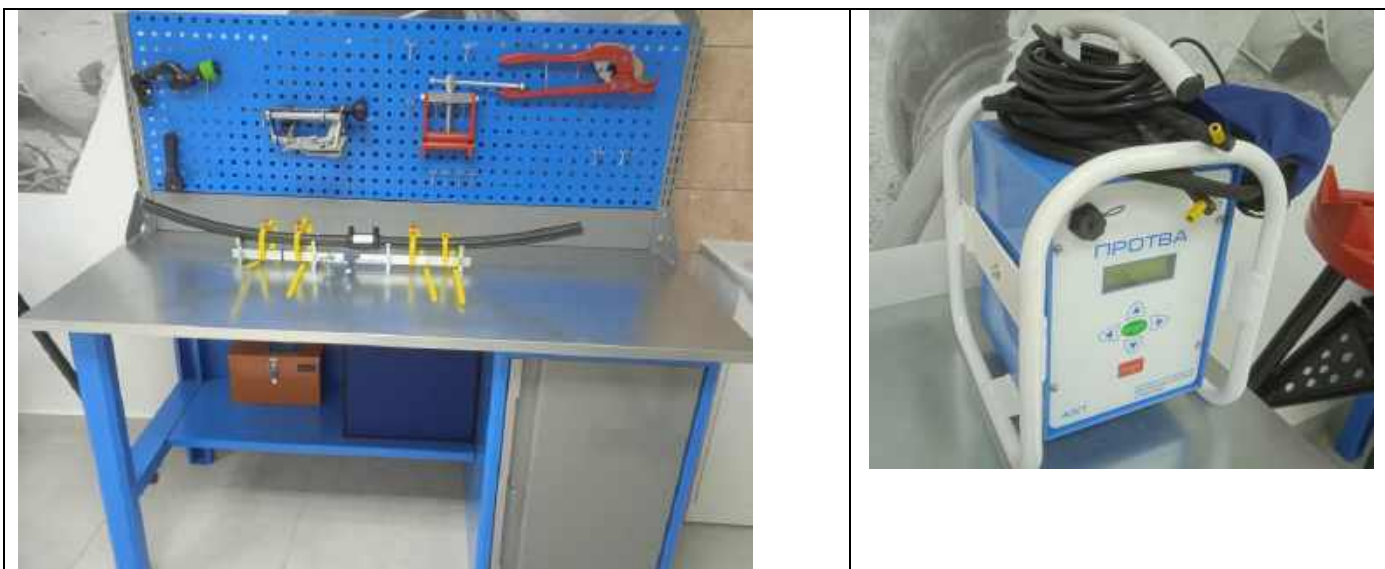


Рисунок 8 – Стенд для изучения методов сварки и подготовки трубопроводов к сварке

9. Стенд «СТОП-СИСТЕМА». Разборка конструктивных элементов, изучение последовательности выполнения работы на стоп-системе.



Рисунок 9 – Стенд стоп-система

10. Стенд «Диспетчерский пункт» – используется комплекс программ «ВИРТУАЛЬНЫЙ РАЙГАЗ» (7 шт) и ряд других профильных программ. Осуществляется работа в таких программных комплексах, как Панорама, Мириада, Дельта и т.д., предназначенных для мониторинга и обслуживания газораспределительных сетей и оборудования, установленных на них; заполнение электронных журналов, обработка заявок и вызовов; отображение параметров с ГРУ лаборатории (открытие дверей, загазованность, понижение/повышение давления на различных участках ГРУ).

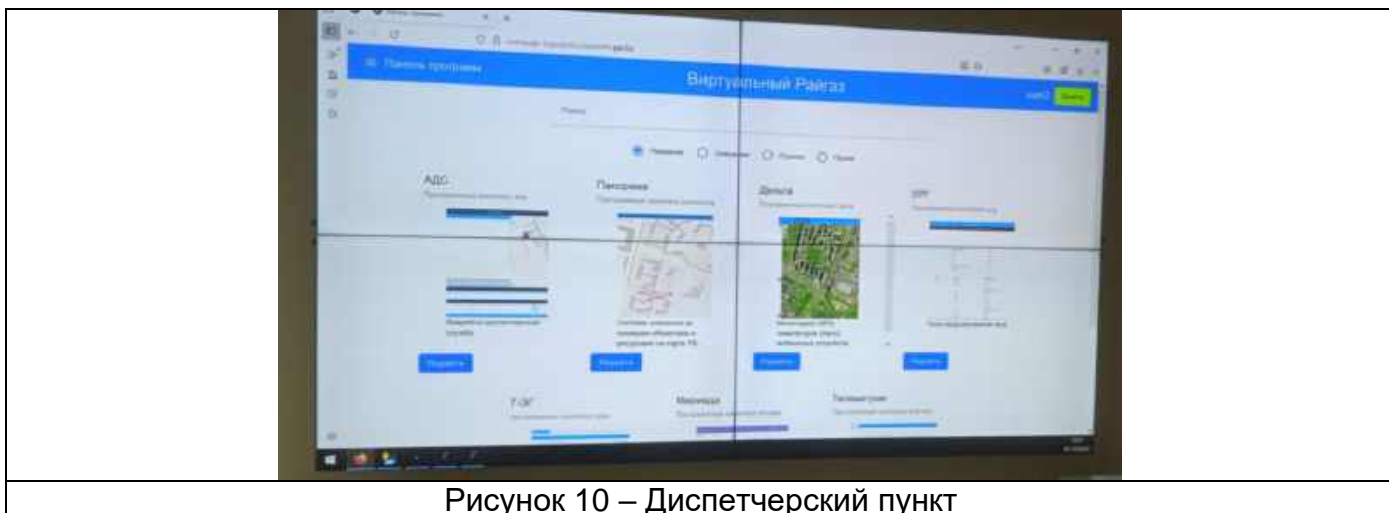


Рисунок 10 – Диспетчерский пункт

11. **Стенд «Камера демонстрационная взрывная».** Взрывная камера – демонстрация взрыва газа при определенной его концентрации.

12. **Стенд «Компьютерное проектирование систем газоснабжения».** Программный комплекс АСПО-ГАЗ – проектирование и расчет газораспределительных сетей, построение продольных профилей и гидравлический расчет газопроводов на определенных участках, создание проектной документации, оценка возможных аварийных ситуаций.

Также при обучении студентов будет осуществляться: работа с журналами и документацией, изучение инструкций по пожарной безопасности на газорегуляторных пунктах, инструкций по охране труда при выполнении газоопасных работ, технологических инструкций на техническое обслуживание ГРП, технологических инструкций на проверку параметров срабатывания ПЗК и ПСК, технологических инструкций на эксплуатацию ГРП, заполнение эксплуатационного паспорта ГРП и т.д.; проведение занятий с заполнением табличек по обозначению расположения газопровода на местности.

ЛАБОРАТОРИЯ «ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ»

С ноября 2025 года в центре компетенций «Цифровой инжиниринг и робототехника» БрГТУ функционирует лаборатория «Вентиляция и кондиционирование», созданная полностью за счет ООО «Белтехком» (г.Брест).

Лаборатория создана для обучения студентов по учебным дисциплинам «Вентиляция», «Кондиционирование воздуха», а также по дисциплине «Инженерные сети и оборудование» специальности «Строительство зданий и сооружений», в том числе в рамках сетевого обучения.

Лаборатория содержит комплекс действующих экспериментальных лабораторных стендов с использованием современного, высокоэффективного и энергосберегающего оборудования, применяемого в системах вентиляции и кондиционирования воздуха (рис. 11, 12).



Рисунок 11 – Общий вид лаборатории «Вентиляция и кондиционирование»



Рисунок 12 – Общий вид лаборатории «Вентиляция и кондиционирование»

В лаборатории установлены следующие стенды:

1. Установка приточно-вытяжная УПКП-2,0-Оптима-О-УЗ, в комплекте с системой автоматического управления (САУ) и узлом регулирования

Назначение стенда: Изучение работы системы вентиляции и кондиционирования с центральным промышленным кондиционером.

Состав стенда: Фильтр G4, Рекуператор роторный, камера смешения, узел с промежуточным теплоносителем, нагреватель водяной, охладитель водяной, вентилятор, охладитель фреоновый, воздухонагреватель электрический, пароувлажнитель, камера орошения, узел регулирования утилизатора (клапан 3-ходовой с приводом, циркуляционный насос), наружный блок VRF-система с пультом управления, САУ. Система воздухораспределения: турбулизирующие воздухораспределители, воздухораспределители низкоскоростные.



Рисунок 13 – Заместитель Премьер-министра Республики Беларусь Н.В. Петкевич, Министр образования Республики Беларусь А.И. Иванец, Помощник Президента - инспектор по Брестской области А.З.Ломский возле стенда «Установка приточно-вытяжная УПКП-2,0-Оптима-О-У3» на открытии лабораторий центра компетенций 14.11.2025.

2. Стенд для изучения устройства и конструкции воздухораспределителей

Состав стенда: сопловый воздухораспределитель, диффузор вихревой, диффузор конический, воздухораспределители с закручивателями, воздухораспределители для круглых воздуховодов, решетка для круглых воздуховодов, решетка для прямоугольных воздуховодов, диффузоры, решетки для прямоугольных воздуховодов перфорированные.



Рисунок 14 – Элементы стенда с воздухораспределителями

3. Установка приточная УПКП-0,4-Симпл-О-УЗ в комплекте с системой автоматического управления (САУ)

Назначение стенда: Аэродинамическое исследование матерчатых фильтров, определение коэффициентов трения воздухопроводов в системах вентиляции.

Состав стенда: фильтр панельный G4, фильтр карманный, вентилятор, САУ, переход (распределительный коллектор), воздухопровод прямоугольного сечения, воздухопровод круглого сечения, воздухопровод гофрированный, воздухопровод текстильный.

4. Установка приточно-вытяжная УПКП-Оптима-О-УЗ, в комплекте с системой автоматического управления (САУ)

Назначение стенда: Изучение и испытание агрегата вентиляционного теплоутилизационного.

Состав стенда: фильтр G4, рекуператор пластинчатый, САУ, вентилятор, комплект пластиковых воздухопроводов.



Рисунок 15 – Элементы станда установка приточно-вытяжная

5. Стенд для исследования работы естественной вытяжной системы вентиляции

Состав станда: домик металлический с приточной решеткой, нагреватель электрический, турбодефлектор, воздуховод.

6. Взрыв-схема воздуховодов прямоугольного и круглого сечения из оцинкованной стали

Назначение станда: Изучение конструктивных составляющих воздуховодов.

Состав станда: воздуховод прямоугольного сечения, тройник прямоугольного сечения, крестовина прямоугольного сечения, отвод 90° прямоугольного сечения, отвод 45° прямоугольного сечения, переход прямоугольного сечения, воздуховод прямоугольного сечения, врезка в прямоугольное сечение, воздуховод круглого сечения, тройник круглого сечения, отвод 90° круглого сечения, отвод 45° круглого сечения, крестовина круглого сечения, врезка в круглое сечение, врезка в круглое сечение, ниппель, переход круглого сечения, переход прямоугольного в круглое сечение.

7. Вытяжной вентилятор с вытяжным зонтом, бортовым отсосом, вытяжным устройством, факелом, фильтром.

Назначение станда: Изучение конструктивных элементов и работы промышленной вентиляции.

Состав станда: вентилятор, зонт вытяжной, бортовой отсос, вытяжное устройство, факельный выброс, воздуховод, фильтр жиронаправляющий.

8. Стенд с осевым вентилятором

Назначение станда: Изучение работы вентилятора на всасывание и нагнетание.

Состав станда: осевой вентилятор, клапан, воздуховоды.

9. Стенд с осевым вентилятором для исследования адиабатического процесса

Состав станда: вентилятор разгонный, форсунка, частотный преобразователь.

10. Башня вытяжная БВВ 5,0 прозрачная

Назначение станда: изучение системы вентиляции сельскохозяйственных объектов.

11. Стенд «Выставочные экспонаты»

Назначение стенда: Изучение конструктивных элементов вентиляции

Состав стенда: крышный вентилятор, вентилятор радиальный, осевой вентилятор с монтажной опорой, шумоглушитель, теплообменник, дефлектор, насадок с водоотводящим кольцом.

ЛАБОРАТОРИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»

С декабря 2025 года в центре компетенций «Цифровой инжиниринг и робототехника» БрГТУ функционирует лаборатория «Автоматизированные и интеллектуальные инженерные системы». В лабораторию предоставили оборудование: ООО «Завод Теплосила» (г.Минск), ООО «Теплосила ВК» (Минская область, Китайско-Белорусский индустриальный парк «Великий камень»), Компания VALTEC (Россия, г.Москва), СООО «АРВАС» (г.Минск), ИООО «Вило Бел» (г.Минск), ООО «Неро Электроникс» (г.Минск), ИООО «Вило Бел» (г.Минск), ОДО «Оникс» (г.Гомель), ООО Фанипольский завод измерительных приборов «Энергомера» (г.Фаниполь), компания «Ростерм» (Россия, г.Москва), компания «Гидролок» (Россия, г.Москва), ООО «ПромГруппЭнерго» (г.Брест) и другие.

Эта лаборатория позволяет эффективно обучать как студентов профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», так и открытой в БрГТУ в 2025 году новой профилизации «Интеллектуальные системы жизнеобеспечения зданий и сооружений». В рамках этой профилизации расширено обучение по системам умных домов, электрике, автоматике, умному учету ресурсов, а также по целому ряду компьютерных программ для проектирования в 3D, создания цифровых моделей систем, цифровых двойников и т.д.

В лаборатории установлены следующие стенды:

1. Стенд «Индивидуальный блочный тепловой пункт ГК «Теплосила»

Назначение стенда: Изучение устройства и принципов работы тепловых пунктов и их элементов, изучение функциональных возможностей контроллеров и современных насосов тепловых пунктов, исследование работы индивидуальных тепловых пунктов при различных схемах присоединения к тепловым сетям, запуск системы отопления и теплового пункта, настройка подпитки системы отопления, определению количества воды, поступающей в систему отопления из тепловой сети при заданных положениях штока регулирующего клапана, изучение защиты насосов и др.

Состав стенда: контроллеры, автоматические регуляторы тепловых пунктов: регуляторы перепада давлений, регуляторы давления «до себя», регуляторы систем отопления и горячего водоснабжения, теплообменники, теплосчётчики, регуляторы расхода, датчики температуры, термометры, манометры, арматура, вспомогательное оборудование, циркуляционные насосы, оборудование для подпитки систем отопления и др. Используются компьютерные программы для подбора оборудования теплового пункта, программное обеспечение для получения оперативных и архивных данных контроллеров, облачные ресурсы.



Рисунок 16 – Индивидуальный блочный тепловой пункт

2. Стенд «Комбинированная система отопления VALTEC» (рис.17).

Состав стенда: система отопления радиаторная и отопления теплым полом, погодная автоматика теплых полов (контроллер); хронотермостаты: электронные, проводные и беспроводные, с датчиками пола, с управлением через WI-FI; зональные коммуникаторы; насосно-смесительные узлы; трехходовые и подпиточные клапаны и др.

Назначение стенда: исследование особенностей конструирования, наладки и функционирования системы водяного отопления радиаторами и теплым полом на примере индивидуального жилого дома; изучение назначения, функциональных возможностей и принципов работы элементов автоматического регулирования системы отопления радиаторами и теплым полом, получение навыков управления режимами работы термостатов и контроллера в разных режимах в соответствии с их функционалом.



Рисунок 17 – Комбинированная автоматизированная система отопления VALTEC

3. Стенд «Автоматизированные и умные системы теплоснабжения и отопления» (рис.18).

Назначение стенда: Изучение гидравлических схем подключения работы современных автоматизированных систем местного теплоснабжения, управление теплоснабжением и отоплением в системе «Умный дом», работа виртуальным голосовым ассистентом «Алиса», создание режимов и сценариев для голосового управления системами, умный учет ресурсов, системы защиты от аварий с интеграцией в умный дом и т.д.

Состав стенда: контроллер с управлением через WI-FI с возможностью подключения виртуального голосового ассистента «Алиса», комплект хронотермостатов, насосы, система защиты от протечек, комплекс оборудования для подключения к источнику теплоснабжения с гидравлическим разделителем и схемой «первичные и вторичные кольца», электрический котел, трехходовые смесительные и разделительные клапаны, клапаны и др.



Рисунок 18 – Стенд «Автоматизированные и умные системы теплоснабжения и отопления»

Часть стендов лаборатории представлены на рис. 19-20.



Рисунок 19 – Стенды «Исследование современного насосного оборудования» и «Элементы автоматизации «Умного дома»



Рисунок 20 – Стенды для исследования автоматических регуляторов и оборудования систем теплоснабжения, а также для изучения работы системы оперативного дистанционного контроля за состоянием теплоизоляции тепловой сети

ЛАБОРАТОРИЯ «УСТРОЙСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ»

Лаборатория «Устройство инженерных систем зданий» организована на базе существующей современной лаборатории с оборудованием, применяемом в инженерных системах отопления, водоснабжения и теплоснабжения. Стенды лаборатории позволяют решать комплекс задач по изучению работы систем и их элементов, (систем радиаторного, воздушного и лучистого отопления, электрических и водяных теплых полов, систем вентиляции, систем холодного и горячего водоснабжения), наладке (балансировке) инженерных систем и т.д. Ряд стендов лаборатории представлены на рис. 21-25.



Рисунок 21 – Стенды лаборатории «Устройство инженерных систем зданий»



Рисунок 22 – Стенды лаборатории «Устройство инженерных систем зданий»



Рисунок 23 – Стенды лаборатории «Устройство инженерных систем зданий»



Рисунок 24 – Стенды лаборатории «Устройство инженерных систем зданий»



Рисунок 25 – Стенды лаборатории «Устройство инженерных систем зданий»