

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра Физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-методической
работе
_____ Устименко Ю.А.
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.15 Обследование и испытание зданий и сооружений

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 7

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: зачет – 7 семестр

Программу разработал:

кандидат технических наук, доцент Аршиненко И.А.

Одобрена на заседании кафедры

«16» июня 2022 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А.В.

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Обследование и испытание зданий и сооружений» входит в обязательную часть раздела «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 08.03.01 Строительство. Дисциплина изучается в 7 семестре и служит основой для изучения дисциплин «Реконструкция зданий и сооружений», «Инженерные сети». При изучении дисциплины используются компетенции, сформированные в процессе изучения курсов «Физика», «Строительная механика», «Автоматизированный расчет строительных конструкций».

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами, а также на использовании современной учебной, методической литературы, информационных и образовательных технологий.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1 Способен разрабатывать документацию по подготовке строительной площадки к началу производства работ	Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; основы проектирования, конструктивные особенности несущих и ограждающих конструкций, необходимые технические расчеты, технологические схемы; карты трудовых и технологических процессов на выполнение строительно-монтажных работ; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав, требования к оформлению, учету, хранению проектно-сметной документации и правила передачи проектно-сметной документации; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения. Уметь: пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения; осуществлять обработку информации в соответствии с действующими нормативными документами Владеть: навыками организации разработки проекта производства работ силами сотрудников производственно-технического отдела или специализированной организации; проверки документации на соответствие предусмотренных проектом физических объемов строительно-монтажных работ и спецификации материалов, комплектности пакета документов; составления графиков производства работ с учетом данных, предоставленных линейным персоналом; составления заявок на материалы и оборудование; выдачи на строительные участки рабочей документации, проекта производства работ, журналов производства работ и другой специализированной документации; составления и оформления замечаний и предложений по проектным решениям.
ПК-4 Способен руководить разработкой и осуществлять контроль выполнения организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства	Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основы проектирования, конструктивные особенности несущих и ограждающих конструкций; основные положения по организации и управлению строительством; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав проекта организации строительства и проекта производства работ; конструктивные схемы зданий и

	<p>последовательность их возведения; методы контроля качества строительно-монтажных работ; основные требования, предъявляемые к повышению эффективности строительного производства.</p> <p>Уметь: анализировать технологические процессы строительно-монтажных работ с целью выявления технологических операций, подлежащих автоматизации и механизации; составлять технические задания на выполнение организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства; разрабатывать мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса.</p> <p>Владеть: навыками разработки организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства; контроля выполнения графиков производства строительно-монтажных работ; согласования разработанных субподрядчиками проектов производства работ и контроля выполнения принятых решений.</p>
--	---

3. Содержание дисциплины

Роль задачи и возможности экспериментальных методов исследований конструкций и сооружений. Задачи и возможности экспериментальных методов при исследованиях строительных конструкций зданий и сооружений. Их виды и модели. Общие требования к их проведению. Состав работ и порядок проведения инженерного обследования для составления технического заключения.

Контроль физико-механических свойств конструкционных материалов. Контроль качества изготовления и монтажа строительных конструкций. Методы дефектоскопии. Методы контроля физико-механических характеристик конструкционных материалов. Контроль плотности и влажности материалов. Механические и неразрушающие физические методы испытаний. Методы, основанные на выборке образцов для последующих испытаний. Преимущества и недостатки методов. Акустические методы контроля качества конструкций и материалов. Ультразвуковой импульсный метод, ультразвуковая дефектоскопия железобетонных конструкций. Методы ультразвуковой дефектоскопии металлических конструкций: низкочастотный звуковой (ударный), виброакустический (резонансный) методы. Магнитные и электромагнитные, электрические, радиационные и тепловые методы контроля качества конструкций и материалов.

Статические и динамические испытания строительных конструкций. Статические испытания строительных конструкций: задачи, состав и порядок работ. Натурные испытания строительных конструкций. Методы и средства приложения испытательных силовых воздействий. Нагрузочные устройства. Техника безопасности при проведении обследования и испытаний. Методы и приборы для регистрации параметров напряженно-деформированного состояния строительных конструкций при проведении статических испытаний. Обработка результатов статических испытаний. Определение внутренних усилий в элементах конструкций. Динамические испытания зданий и сооружений: задачи, состав работ. Порядок проведения испытаний в режимах свободных и вынужденных колебаний. Методы вибродиагностики строительных конструкций. Методы и способы создания динамических нагрузок. Методы и приборы для регистрации параметров динамического нагружения. Обработка результатов динамических испытаний.

Моделирование строительных конструкций. Виды и классификация методов моделирования, история их развития. Задачи методов моделирования. Основы теории подобия. Законы подобия. Критерии и индикаторы подобия. Механическое и физическое моделирование. Материалы моделей, нагрузочные устройства, методы оценки напряженно-деформированного состояния моделей. Современные методы компьютерного моделирования, их возможности.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Роль задачи и возможности экспериментальных методов исследований конструкций и сооружений.	4	2		2
2	Контроль физико-механических свойств конструкционных материалов. Контроль качества изготовления и монтажа строительных конструкций. Методы дефектоскопии.	38	8	16	14
3	Статические и динамические испытания строительных конструкций.	18	4		14
4	Моделирование строительных конструкций	12	2		10
Итого		72	16	16	40

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

1. Основные определения, классификация освидетельствований и испытаний сооружений.
2. Определение физико-механических свойств материалов.
3. Методы проникающих сред.
4. Магнитные электрические и электромагнитные методы.
5. Методы основанные на использовании ионизирующего излучения.
6. Статические испытания несущих конструкций зданий и сооружений.
7. Динамические испытания строительных конструкций, зданий и сооружений, задачи, и состав работ.
8. Основы моделирования строительных конструкций и сооружений.

Занятия лабораторного типа

Занятие 1. Механические неразрушающие методы определения прочности материалов в конструкциях зданий и сооружений.

Цель работы - ознакомление с методикой определения прочностных характеристик материалов механическими неразрушающими методами.

Вход работы необходимо решить следующие задачи:

1. Определить прочность бетона ударно-импульсным методом.
2. Определить прочность бетона методом упругого отскока.

Приборы и оборудование: молоток OriginalSchmidt, молоток Digi-Schmidt, образцы бетона для испытаний.

Контрольные вопросы

1. На чем основана методика прочности бетона методами локальных разрушений?
2. На чем основана методика определения прочности бетона ударно-импульсным методом?
3. Какой косвенный показатель лежит в основе ударно-импульсного метода для определения прочности бетона конструкции?
4. На чем основана методика определения прочности бетона методом упругого отскока?
5. Как влияет на определение прочности бетона методом упругого отскока положение прибора в пространстве?
6. Как устанавливается градуировочная зависимость «косвенная характеристика – прочность бетона» при определении прочности бетона ударно-импульсным методом или методом упругого отскока?
7. На чем основана методика определения поверхностной твердости металла методом пластических деформаций?
8. В чем заключается подготовка поверхности металла для измерения его поверхностной твердости?

Занятие 2. Оценка теплозащитных качеств ограждающих конструкций

Цель работы - определить соответствие теплозащитных качеств ограждающей конструкции требованиям нормативных документов.

Контрольные вопросы

1. Что такое сопротивление теплопередаче?
2. Как определяется сопротивление теплопередаче для многослойной конструкции?
3. Как определяется количество градусо-суток в районе строительства?
4. Как рассчитывается минимальное требуемое значение сопротивления теплопередаче?
5. В каком случае теплозащитные свойства ограждающей конструкции соответствует нормативным требованиям?

Занятие 3. Определение толщины защитного слоя и диаметра арматуры в железобетонных конструкциях

Цель работы - ознакомиться с неразрушающими методами контроля качества и испытания строительных конструкций. С помощью прибора Profoscope определить толщину защитного слоя и диаметр арматуры контролируемого железобетонного изделия.

Приборы и оборудование: обнаружитель стержней арматуры и прибор для измерения защитного слоя бетона Profoscope, железобетонная конструкция.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют неразрушающие методы определения толщины защитного слоя бетона, диаметра арматурных стержней и их места расположения?
2. На чем базируются радиационные методы определения наличия, положения и диаметра арматуры?
3. Какой принцип действия у прибора Profoscope?
4. Как определить диаметр арматурного стержня с помощью прибора Profoscope?
5. Как определить толщину защитного слоя бетона с помощью прибора Profoscope?

6. Как влияет величина толщины защитного слоя на несущую способность железобетонной конструкции, работающей на изгиб, внецентренное сжатие?

Занятие 4. Определение и расчет теплопотерь на основе данных термографии

Цель работы: Получение навыков в определении теплопотерь по термоснимкам зданий и сооружений.

Приборы и материалы: тепловизор, термограммы.

Контрольные вопросы

1. Что такое тепловизор?
2. Какие принципы работы тепловизоров вы знаете?
3. Дайте определение понятию термограмма.
4. Какой принцип наиболее часто используется в тепловизорах?
5. Почему важен контроль теплопотерь?

Занятие 5. Ультразвуковой импульсный метод исследования свойств строительных материалов в образцах, конструкциях и сооружениях

Цель работы:

1. Изучение методики проведения ультразвуковых испытаний и ознакомление с применяемой аппаратурой.
2. Определения динамического модуля упругости различных материалов: бетона, кирпича, гипса и др.
3. Определения прочности бетона.
4. Определения наличия и расположения дефектов в фрагментах бетонных конструкций при доступе к ним с двух поверхностей (метод сквозного прозвучивания) и с одной поверхности (метод продольного профилирования).

Приборы и материалы: программное обеспечение, моделирующее изучаемый прибор и образцы материалов для ультразвуковых испытаний.

Контрольные вопросы

1. Каковы теоретические основы ультразвукового метода определения модуля упругости материалов?
2. К какому виду колебаний относится ультразвук (электромагнитные, механические и т.п.)?
3. Как оценивается прочность бетона по измеренной в нем скорости ультразвука?
4. Как устанавливается градуировочная зависимость «скорость ультразвука – прочность бетона»?
5. По какому принципу можно сделать вывод о наличии дефекта в бетонной конструкции по данным ультразвуковых испытаний при сквозном прозвучивании; поверхностном прозвучивании методом продольного профилирования?
6. В чем заключается принцип работы ультразвукового прибора для испытаний строительных материалов?

Занятие 6. Определение сопротивления паропрооницанию ограждающих конструкций

Цель работы: выполнить оценку влажностного режима ограждающей конструкции.

Контрольные вопросы

1. Что называется сопротивлением паропрооницанию ограждающей конструкции?
2. Как формулируется условие недопустимости накопления влаги в толще ограждающей конструкции?
3. Как определяется температура в плоскости возможной конденсации?

4. Как определяется упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период?
5. Как находится сопротивление паропроницаемости части ограждающей конструкции, расположенной за плоскостью возможной конденсации?
6. Как находится сопротивление паропроницаемости части ограждающей конструкции, расположенной между внутренней поверхностью и плоскостью возможной конденсации?
7. Сформулировать первое условие по недопустимости влагонакопления в толще ограждающей конструкции.
8. Как находится нормируемое сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции?

Занятие 7. Использование Excel с целью определения параметров пользовательских тарифовочных кривых для склерометра SilverSchmidt

Цель работы -ознакомление с методикой обработки опытных данных для построения пользовательских тарифовочных кривых.

1. Изучить склерометр Silver-Schmidt.
2. С помощью Microsoft Excel обработать опытные данные для построения пользовательской тарифовочной кривой.
3. Загрузить пользовательскую тарифовочную кривую в Silver-Schmidt с помощью программного обеспечения Hammerlink.
4. Настроить Silver-Schmidt на работу с пользовательской тарифовочной кривой и протестировать ее работоспособность.

Приборы и материалы: склерометр Silver-Schmidt, MicrosoftExcel, Hammerlink, образцы бетона для испытаний.

Контрольные вопросы

1. Каковы достоинства склерометра Silver-Schmidt?
2. Для чего предназначено программное обеспечение Hammerlink?
3. Какие действия используются при работе с интерфейсом прибора Silver-Schmidt?
4. Какова правила работы со склерометром Silver-Schmidt при определении прочности бетона на сжатие?
5. Сколько ударов необходимо выполнить молотком для определения прочности бетона на сжатие?
6. Каким должно быть минимальное расстояние между точками ударов?
7. Как определяются параметры пользовательской тарифовочной кривой в MicrosoftExcel?
8. Как программируется склерометр Silver-Schmidt для работы с пользовательской тарифовочной кривой?

Занятие 8. Выполнение поверочных расчетов стен и фундаментов кирпичного здания.

Цель занятия: Изучить методику поверочного расчета стен и фундаментов кирпичного здания.

Задача 1. Толщина стены в 1,5 кирпича ($d=38$ см), высота стены $H=3$ м. Предполагаемая после реконструкции нагрузка $N=600$ кН. Кирпичная стена выполнена из сплошного глиняного кирпича пластического формования марки 75 на растворе М25. Дефектов в кладке при обследовании не обнаружено. Выполнить проверку несущую способности центрально сжатой внутренней стены.

Задача 2. Определение несущей способности кирпичного столба.

Размер кирпичного столба в плане 0,51x0,51 м, высота $H=2,8$ м. Столб воспринимает внецентренное сжатие с эксцентриситетом $e_0=5$ см. Кладка из глиняного кирпича М100 на растворе М25.

Задание для самостоятельного решения

Задача. Определение несущей способности фундамента под стену подвала.

Расчетное сопротивление грунта $R=2$ кг/см². Ширина подошвы фундамента $b=1$ м.

Определить несущую способность 1 п.м. фундамента.

Самостоятельная работа

Вопросы для самоконтроля.

Тема 1. Роль задачи и возможности экспериментальных методов исследований конструкций и сооружений

1. Аварии и причины их возникновения.
2. Развитие экспериментальных методов в строительстве.
3. Выбор элементов для испытаний.
4. Обоснование и выбор, схемы загрузки конструкций и сооружений.
5. Характер нагрузок и режимы испытаний.
6. Предварительная обработка результатов испытаний. Фактор времени.
7. Весовые нагрузки и грузовые механизмы.
8. Распределенные и сосредоточенные нагрузки.
9. Схемы загрузки конструкций.

Тема 2. Контроль физико-механических свойств конструкционных материалов. Контроль качества изготовления и монтажа строительных конструкций. Методы дефектоскопии.

1. Основные методы контроля и испытаний.
2. Механические методы испытаний. Метод пластических деформаций. Метод упругого откоса. Метод местных разрушений. Другие методы.
3. Акустические методы испытаний. Резонансный метод. Импульсный ультразвуковой метод. Ударный метод.
4. Радиационные методы. Примеры определения диаметра арматуры.
5. Магнитно-порошковый и магнитнографический методы. Феррозондовый метод.
6. Определение толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры электромагнитным методом.
7. Метод проникающих сред: течеискания, капиллярный.

Тема 3. Статические и динамические испытания строительных конструкций.

1. Испытательные стенды.
2. Способы обработки результатов эксперимента.
3. Определение прогиба балки.
4. Определение опорных изгибающих моментов в балках.
5. Определение перемещений узлов фермы.
6. Определение напряжений по показаниям тензорезисторов.
7. Определение опорных моментов по измеренным деформациям.
8. Силоизмерительные приборы.
9. Прогибомеры для измерения линейных перемещений конструкций.
10. Клинометры для определения углов поворота элементов конструкций.
11. Сдвигомеры для измерения деформаций сдвига.
12. Тензометры: электромеханические и механические.
13. Электрические тензометры сопротивления: первичная и вторичная аппаратура.

Тема 3. Моделирование строительных конструкций.

1. Моделирование конструкций. Виды и классификация методов моделирования.
2. Условия подобия. Геометрическое и физическое подобие. Теоремы подобия.
3. Процедура компоновки безразмерных комплексов (на примере модели стержня).
4. Составление индикаторов подобия (на примере шарнирно-опертой балки).

5. Постановка модельного эксперимента.
6. Виды динамических нагрузок. Свободные и вынужденные колебания.
7. Приборы для определения основных характеристик колебаний.
8. Обработка результатов динамических испытаний.
9. Измерение напряжений в грунтах.
10. Измерение порхового давления в грунтах.
11. Сущность метода индикаторов каротажа скважин.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация проводится в форме опроса. Студенту предлагается ответить на 2 теоретических вопроса. Теоретические вопросы берутся из следующего списка:

1. Историческое развитие методов обследования и оценки технического состояния строительных конструкций.
2. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации.
3. Технические причины повреждения и аварий строительных конструкций промышленных зданий и сооружений.
4. Обследование стальных конструкций зданий и экономическая целесообразность восстановления их несущей способности.
5. Испытание строительных конструкций динамическими нагрузками.
6. Пути повышения надежности и прогнозирование остаточного ресурса металлических конструкций зданий и сооружений.
7. Аварии зданий и сооружений по причине дефектности оснований.
8. Влияние коррозионных разрушений на несущую способность конструкций.
9. Особенности технической эксплуатации стальных конструкций производственных зданий предприятий черной металлургии.
10. Оценка технического состояния несущей способности железобетонных конструкций, находящихся в эксплуатации.
11. Особенности обследования строительных конструкций, поврежденных пожаром.
12. Аварии зданий и сооружений по причине нетехнологичных проектных решений и отступлений от проекта.
13. Анализ разрушенных листовых металлических конструкций и особенности их обследования.
14. Анализ дефектов и повреждений подкрановых конструкций промышленных зданий.
15. Последствия и анализ аварий жилых и общественных зданий.
16. Анализ технического состояния стальных конструкций зданий и сооружений.
17. Организационная система контроля качества в строительстве.
18. Физический износ строительных конструкций зданий и сооружений.
19. Анализ причин разрушения высотных инженерных сооружений.
20. Система отбора образцов строительных материалов конструкций для проведения испытаний.
21. Оценка надежности конструкций зданий и сооружений.
22. Исследование работы строительных конструкций предприятий цветной металлургии.
23. Анализ технического состояния конструкций предприятий цветной металлургии.
24. Основы экспериментальных методов исследования строительных конструкций.

Критерии оценивания:

Студенту проходит текущую аттестацию в случае, если он отвечает правильно более чем на 50% задания.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Студенту выставляется «зачет», если он прошел текущую аттестацию, выполнил и защитил все лабораторные работы, владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения

обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, испытывает незначительные затруднения при решении задач.

Студенту выставляется «незачет», если у него имеются серьезные пробелы в знании учебного материала, в умении решать задачи; он имеет задолженность по выполнению или защите лабораторных работ, его уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2004. – 160с.
2. Сидоров В.Н., Ахметов В.К. Математическое моделирование в строительстве. Учебное пособие – М.: Издательство АСВ, 2007.
3. Калинин В.М., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 268с.
4. Зубков, В. А. Обследование и испытание строительных конструкций, зданий и сооружений : учебное пособие / В. А. Зубков, Н. В. Кондратьева, И. В. Кондратьев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-7964-2199-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111631.html> (дата обращения: 28.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / А. С. Волков, Е. А. Дмитренко, С. Н. Машталер [и др.]. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 122 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93867.html> (дата обращения: 28.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2. Дополнительная литература

1. Техническая эксплуатация жилых зданий: учебник для строит. спец. вузов/ С.Н. Нотенко, А.Г. Ройтман, Е.Я. Сокова и др.; под ред. А.М. Стражникова. - М.: Высшая школа, 2000. - 429 с.
2. Землянский А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2001, 240с. 5. Обследование и испытание сооружений. Учебник для вузов. Под ред. О.В.Лужина. - М.: Стройиздат, 1987. – 263 с,
3. Овчинников И.Г., Федоров М.В. Современные методы неразрушающего контроля инженерных сооружений. Саратов: СГТУ, 1999. -118с. 7. Золотухин Ю.Д. Испытание строительных конструкций. Учеб. пособие для вузов. - Минск: Высшая школа, 1983. - 208 с.
4. Неразрушающие методы контроля и механические испытания сварных соединений : учебное пособие / А. Н. Гончаров, В. В. Неверов, П. Н. Клевцов, С. В. Лебедев. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 114 с. — ISBN 78-5-00175-061-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116163.html> (дата обращения: 28.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Миронова, С. И. Испытание клеевых соединений для конструкций из дерева и пластмасс : учебное пособие / С. И. Миронова, С. Е. Кирютина, А. В. Тихомиров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2021. — 96 с. — ISBN 978-5-9227-1140-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117193.html> (дата обращения: 28.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Национальный открытый университет «Интуит». URL: <http://www.intuit.ru> (дата обращения – 29.08.16).

2. ГК Проект.ру. Лаборатория неразрушающего контроля. URL:
www.npoeht.ru/inspytanie_zdaniy.htm

8. Материально-техническое обеспечение

Для чтения лекций и проведения практических занятий:

1. доска;
2. мел;
3. проектор;
4. интерактивная доска.

Для проведения лабораторных занятий:

1. лабораторные установки
2. персональные компьютеры, с необходимым программным обеспечением.

9. Программное обеспечение

1. Microsoft Excel
2. Hammerlink
3. Авторская программа для защиты лабораторных работ Tester.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022