

Приложение № 1 к ООП – ОП СОО

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 1

ОБСУЖДЕНО  
Педагогическим советом  
МАОУ СОШ № 1  
Протокол № 11  
от 19 июня 2025 г.



УТВЕРЖДЕНО  
Директор МАОУ СОШ №1  
Каштанова Т.В.  
Приказ № 92-осн.  
от 19 июня 2025 г.

**Рабочая программа  
учебного курса  
Инженерный практикум  
10–11 класс**

**Североуральск, 2025**

## **Оглавление**

<b>Пояснительная записка</b>	<b>3</b>
<b>Планируемые результаты освоения учебного курса</b>	<b>5</b>
<b>Содержание учебного курса</b>	<b>7</b>
<b>Тематическое планирование</b>	<b>9</b>
<b>Тематическое планирование с указанием ЭОР</b>	<b>10</b>
<b>Рекомендуемые практические работы</b>	<b>15</b>

## I. Пояснительная записка

Курс «Инженерный практикум» является частью образовательной программы для инженерных классов. Курс направлен на расширение знаний обучающихся в области механики, тепловых явлений, электромагнетизма и оптики.

Курс реализуется на уровне среднего общего образования в течение 10-11 классов, рассчитан на 68 часов и состоит из модулей: «Техническая механика»; «Тепловые процессы в технических устройствах»; «Электромагнитные приборы» и «Световые явления в оптических системах».

Изучение модуля «Техническая механика» позволяет познакомить обучающихся с некоторыми механизмами общего назначения, применяемых в технических устройствах, основами технических расчетов простых механизмов. Раздел «Техническая механика» направлен на углубление знаний обучающихся в области законов движения, равновесия материальных тел и возникающих при этом взаимодействий между телами. Данный раздел позволяет осуществить подготовку обучающихся в области прикладной механики, способствует развитию инженерного мышления. Практические работы данного раздела позволяют получать навыки самостоятельного решения даже незнакомых практико-ориентированных задач.

В разделе «Тепловые процессы в технических устройствах» расширяются и углубляются знания обучающихся в этой области. Знание основ обеспечения тепловых режимов технических устройств и технологических процессов необходимы во многих отраслях промышленности, например, в приборостроения, машиностроении, авиационной и ракетно-космической технике, металлургии и т. п.

Раздел «Электромагнитные приборы» также направлен на расширение знаний обучающихся. В данном разделе курса обучающиеся знакомятся с различными видами генераторов и двигателей постоянного и переменного тока, их устройством и принципом работы. Практические работы позволяют самостоятельно собрать и испытать различные модели генераторов и электродвигателей. Также раздел «Электромагнитные приборы» знакомит обучающихся с одним из видов современных композиционных металлических материалов – биметаллами, которые находят широкое применение различных отраслях промышленности, обучающиеся выполняют практические работы по сборке и испытанию биметаллических приборов. Данный раздел курса содержит ряд работ по сборке электрических схем, что способствует развитию навыков корректного расчета электрических цепей.

Завершает курс раздел «Световые явления в оптических системах»,

направленный на расширение знаний по оптике.

Содержание курса позволяет уделить внимание индивидуальным интересам обучающегося, сформировать навыки выполнения и оформления практических и исследовательских работ.

Курс «Инженерный практикум» знакомит обучающихся с различными направлениями инженерной деятельности, способствует самоопределению в определенной области инженерных наук и профориентации.

Новизна учебного курса заключается в изменении подхода к содержанию и методам обучения учащихся. В курсе заложены различные формы работы, направленные на расширение и углубление школьных знаний, с опорой на практическую деятельность, с учетом профориентации в выбранной профессии.

## **II. Планируемые результаты освоения учебного курса**

### **Личностные:**

- формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки;
- формирование внутренней мотивации учащихся к процессу обучения и познания;
- развитие творческого воображения учащихся;
- формирование познавательных мотивов, направленных на получение новых знаний по механике, электромагнетизму, тепловым явлениям и оптике;
- готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- развитие навыков сотрудничества со сверстниками, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов.

### **Метапредметные:**

- вести поиск информации в различных источниках, анализировать, оценивать информацию и по мере необходимости преобразовывать её;
- использовать при освоении знаний приёмы логического мышления, физические понятия для объяснения отдельных фактов и явлений;
- использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности;
- выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;
- определять цель деятельности и составлять план деятельности;
- устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение;
- обрабатывать данные эксперимента и интерпретировать полученный результат;
- представлять результаты измерений в виде таблиц, графиков, диаграмм, математических формул;
- приобрести опыт презентации выполненного эксперимента, учебного проекта;
- самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать свою деятельность;
- применять приобретённые знания и умения в повседневной жизни для взаимосвязи учебного предмета с особенностями профессий и профессиональной деятельности.

### **Предметные:**

- излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;

- измерять физические величины прямыми и косвенными методами с применением цифровых и аналоговых приборов;
- планировать эксперимент и собирать необходимые экспериментальные установки;
- по систематизированным данным выявлять эмпирические закономерности;
- на основе изученного теоретического материала объяснять результаты наблюдений и экспериментов;
- определять относительную и абсолютную погрешности измеряемой физической величины;
- знать основные закономерности вращения твердого тела;
- определять экспериментально предел прочности образца и строить диаграмму растяжения;
- собирать модели мостовых и фермовых конструкций;
- решать экспериментальные и исследовательские задачи с применением оборудования и применять полученные знания при выполнении практико-ориентированных задач;
- определять экспериментально тепловые свойства веществ;
- читать и анализировать принципиальные электрические схемы устройств;
- собирать различные электрические схемы, проводить необходимые измерения и расчет параметров схем;
- собирать и испытывать модели электромагнитных и приборов;
- собирать модели оптических устройств, исследовать зависимость освещенности от угла падения световых лучей и расстояния до источника света, определять фокусные расстояния реальных линз методом Бесселя, применять на практике знания об aberrации и аддитивном смешении цветов;
- различать различные виды механизмов, решать задачи на определение характеристик механизмов;
- объяснять принцип работы основных элементов машин и механизмов;
- использовать полученные теоретические и практические знания в проектной деятельности.

### **III. Содержание учебного курса**

#### **Введение**

Техника безопасности. Измерение физических величин. Прямые и косвенные измерения. Относительная и абсолютная погрешности измерений. Цифровые и аналоговые измерительные приборы.

#### **Техническая механика**

Вращательное движение в машинах и механизмах. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Вывод основного уравнения динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. Расчет моментов инерции тел сложной формы. Теорема Штейнера. Равновесие системы вращающихся тел.

Виды передач: зубчатые, червячные, фрикционные, ременные. Их особенности и область применения.

Решение задач: «Геометрический расчет зубчатого колеса, определение передаточного числа зубчатой передачи».

Механические свойства твердых тел. Механическое напряжение. Прочность. Предел прочности. Запас прочности. Упругость. Растижение (сжатие). Диаграмма растяжения образца. Трение в машинах и механизмах. Виды трения. Износ деталей.

Элементы статики. Условия равновесия твердого тела. Равновесие плоской системы сил. Центр тяжести. Виды равновесия твердого тела. Равновесие системы, состоящей из нескольких твердых тел.

Решение задач: «Определение реакций опор балки под действием плоской произвольной системы сил. Составление уравнений равновесия».

#### **Тепловые процессы в технических устройствах**

Тепловые свойства металлов и сплавов. Теплоемкость и теплопроводность металлов и сплавов. Термическое расширение металлов и сплавов.

Термоэлектрические эффекты в металлах и сплавах. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Тепловые процессы в технических устройствах.

#### **Электромагнитные приборы**

Общие принципы работы датчиков. Мультиметр, принцип работы цифрового мультиметра. Измерительные приборы. Шунтирование приборов.

Деление напряжения. Мостиковые схемы. Принцип действия измерительного моста. Правила Кирхгофа. Законы Кирхгофа в электротехнике.

Генераторы постоянного и переменного тока, обратимость электрических машин. Электродвигатели постоянного и переменного тока.

Биметаллы. Свойства биметаллов и применение на практике. Электромагнитное реле. Принцип работы. Электромагнитный предохранитель.

#### **Световые явления в оптических системах**

Линзы. Метод Бесселя. Аберрация оптических систем. Сферическая и хроматическая аберрация линз.

Фотометрия. Световой поток. Сила света источника. Освещенность.

Аддитивное смешение цветов. RGB-светодиоды.

#### **IV. Тематическое планирование**

<b>№</b>	<b>Название разделов</b>	<b>Количество часов</b>
1	Введение	2
2	Техническая механика	25
3	Тепловые процессы в технических устройствах	8
4	Электромагнитные приборы	21
5	Световые явления в оптических системах	10
6	Итоговое занятие	2
<b>Итого</b>		<b>68</b>

## Тематическое планирование с указанием ЭОР

Тема	Образовательные результаты	Цифровые образовательные ресурсы
<b>Введение</b>		
Техника безопасности. Измерение физических величин. Прямые и косвенные измерения. Погрешности измерений	Проводить прямые и косвенные измерения физических величин. Определять абсолютную и относительную погрешность измерений	Погрешности измерений <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11603512?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11603512?menuReferrer=my_materials</a>
Цифровые и аналоговые измерительные приборы. Практическая работа "Измерение физических величин цифровыми и аналоговыми приборами. Обработка результатов измерений"	Различать цифровые и аналоговые измерительные приборы. Знать общие принципы работы датчиков цифровой лаборатории. Проводить эксперимент с измерением физических величин. Уметь обрабатывать результаты измерений	Датчики. Общие принципы датчиков <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11605906?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11605906?menuReferrer=catalogue</a>
<b>Техническая механика</b>		
Вращение тела. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси	Знать основные формулы динамики вращательного движения твердого тела и применять их в решении практико-ориентированных задач. Объяснять особенности вращательного движения и приводить примеры вращательного движения в технических устройствах	Вращательное движение и его роль в машинах и механизмах <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/114765?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/114765?menuReferrer=my_materials</a>
Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Теорема Штейнера. Расчет моментов инерции для некоторых абсолютно твёрдых однородных тел массой $m$ . Равновесие системы вращающихся тел	Знать закон сохранения момента импульса, теорему Штейнера. Уметь определять моменты инерции некоторых тел правильной геометрической формы теоретическим и экспериментальным способами	Устойчивость твердого тела при опрокидывании <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11317874?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11317874?menuReferrer=catalogue</a>

<p>Виды передач: зубчатые, червячные, фрикционные, ременные. Геометрический расчет зубчатой передачи, определение передаточного числа.</p>	<p>Различать виды механических передач. Рассчитывать зубчатые передачи, определять передаточное число зубчатой передачи</p>	<p>Виды зубчатых передач. Элементы и параметры зубчатых колес  <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11211830?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11211830?menuReferrer=catalogue</a>  Зубчатые передачи. Решение задач  <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11263006?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11263006?menuReferrer=catalogue</a></p>
<p>Механические свойства твердых тел. Механическое напряжение, прочность, диаграмма растяжения образца. Прочность, упругость, предел прочности.</p>	<p>Знать механические свойства твердых тел. Определять экспериментально предел прочности материалов, строить по результатам эксперимента (с лабораторным стендом прочности) диаграмму растяжения образца</p>	
<p>Исследование упругих деформаций растяжения-сжатия, изгиба и кручения.</p>	<p>Исследовать образцы на растяжение-сжатие, изгиб и кручение.</p>	<p>Исследование упругих деформаций сжатия и растяжения  <a href="https://labpredprof.ru/experimental-tasks/">https://labpredprof.ru/experimental-tasks/</a>  Исследование упругих деформаций изгиба и кручения  <a href="https://labpredprof.ru/experimental-tasks/">https://labpredprof.ru/experimental-tasks/</a></p>
<p>Трение в машинах и механизмах. Виды трения. Износ деталей.</p>	<p>Исследовать экспериментально закон Кулона-Амонтона и экспериментально проверять формулу Эйлера. Объяснять роль трения в машинах и механизмах. Приводить примеры способов уменьшения силы трения в технических устройствах</p>	<p>Загадки трения от Кулона, Амонтона и Эйлера  <a href="https://labpredprof.ru/experimental-tasks/">https://labpredprof.ru/experimental-tasks/</a></p>
<p>Элементы статики: условия равновесия твердого тела, центр тяжести, равновесие системы, состоящей из нескольких твердых тел. Виды равновесия твердого тела. Равновесие системы, состоящей из нескольких твердых тел</p>	<p>Знать условия равновесия твердого тела. Различать внешние и внутренние силы системы. Рассчитывать на устойчивость различные конструкции, состоящие из нескольких тел</p>	<p>Аксиомы статики. Связи и их реакции  <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11385826?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11385826?menuReferrer=catalogue</a>  Равновесие плоской системы сил  <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11385760?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11385760?menuReferrer=catalogue</a>  Равновесие системы, состоящей из нескольких тел  <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11318107?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11318107?menuReferrer=catalogue</a></p>

Определение реакций опор балки под действием плоской произвольной системы сил. Составление уравнений равновесия	Рассчитывать реакции опор балки под действием плоской произвольной системы сил. Составлять уравнений равновесия. Собирать мостовые (фермовые) конструкции с заданными свойствами	
<b>Тепловые процессы в технических устройствах</b>		
Тепловые свойства металлов и сплавов. Теплоемкость и теплопроводность металлов и сплавов. Термическое расширение металлов и сплавов	Определять теоретически и экспериментально теплоемкость и теплопроводность образцов. Выполнять практико-ориентированные задания по термическому расширению металлов и сплавов	Тепловые свойства металлов и сплавов <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11670230?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11670230?menuReferrer=catalogue</a>
Термоэлектрические эффекты в металлах и сплавах. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Двигатель Стирлинга	Объяснять термоэлектрические эффекты в металлах и сплавах. Знать и объяснять эффекты Зеебека и Пельтье. Приводить примеры их применения. Собирать модель элемента Пельтье. Объяснять принцип работы двигателя Стирлинга и его применение	Термоэлектрическое охлаждение. Эффект Пельтье <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11354670?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11354670?menuReferrer=catalogue</a> Двигатель Стирлинга <a href="https://drive.google.com/file/d/1XzY8lL3gUmSmVFMKP_hG7nP3JYLLkzQ6/view?usp=share_link">https://drive.google.com/file/d/1XzY8lL3gUmSmVFMKP_hG7nP3JYLLkzQ6/view?usp=share_link</a>
<b>Электромагнитные приборы</b>		
Общие принципы работы датчиков. Мультиметр. Принцип работы цифрового мультиметра. Измерительные приборы, шунтирование приборов. Осциллографы	Объяснять принципы работы датчиков и мультидатчиков. Уметь калибровать датчики. Уметь измерять физические величины мультиметром. Уметь увеличивать диапазон измерений амперметра и вольтметра. Уметь пользоваться осциллографом при исследовании цепей переменного тока.	Общие принципы работы датчиков <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11605906?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11605906?menuReferrer=catalogue</a> Осциллографы. Принцип работы осциллографов <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11687919?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11687919?menuReferrer=my_materials</a>
Электрические схемы. Элементы электрических схем. Мостиковые схемы. Принцип действия измерительного моста. Законы	Уметь составлять сложные электрические схемы и собирать по ним электрические цепи. Уметь рассчитывать параметры	Предохранители <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11616841?menuReferrer">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11616841?menuReferrer</a> Пьезоэлемент

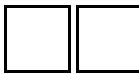
Кирхгофа в электротехнике. Электромагнитное реле. Электромагнитный предохранитель. Пьезоэлемент	сложных электрических цепей.	<a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11530609">https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11530609</a>
Генераторы постоянного и переменного тока. Двигатели постоянного и переменного тока. Обратимость электрических машин. Трансформатор	Объяснять принципы работы генераторов и двигателей постоянного и переменного тока, в том числе синхронного электродвигателя, объяснять принцип реверса тока в электродвигателе. Определять экспериментально коэффициент трансформации	Генераторы постоянного и переменного тока <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11191856?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11191856?menuReferrer=catalogue</a> Двигатели постоянного и переменного тока <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11194808?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11194808?menuReferrer=catalogue</a> Электрические двигатели <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11726373?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11726373?menuReferrer=my_materials</a> Трансформаторы <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11726373?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/AtomicObject/11726373?menuReferrer=my_materials</a>

### Световые явления в оптических системах

Линзы. Метод Бесселя. Аберрация оптических систем. Хроматическая и сферическая аберрация линз	Определять экспериментально Фокусное расстояние собирающей и рассеивающей линзы методом Бесселя. Исследовать и объяснять явления сферической и хроматической аберрации линз, приводить примеры возможных способов устранения аберраций, например, применительно к микроскопным объективам	Линзы. Ход лучей в линзах. Определение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз методом Бесселя <a href="https://drive.google.com/file/d/17J0ye5w9ZcZDVmgJ74Rzo2OQrkINfpm-/view?usp=share_link">https://drive.google.com/file/d/17J0ye5w9ZcZDVmgJ74Rzo2OQrkINfpm-/view?usp=share_link</a>
Фотометрия. Световой поток. Сила света источника. Освещенность	Знать определения: световой поток, сила света источника, освещенность. Применять законы освещенности к решению практико-ориентированных задач. Собирать модель фотометра и сего помощью сравнивать силу света двух источников. Объяснять принцип работы спектральных приборов (спектроскопа,	Фотометрия <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11761462?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11761462?menuReferrer=catalogue</a> Спектральные приборы <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11687919?menuReferrer=my_materials">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11687919?menuReferrer=my_materials</a>

	спектрофотометра и спектрографа)	
Аддитивное смешение цветов. RGB-светодиоды	Исследовать экспериментально методы смешения цветов и объяснить принципы получения цвета при аддитивном и субтрактивном смешении цветов. Объяснить принцип работы RGB-светодиодной ленты, принцип получения изображения на мониторе	Аддитивное и субтрактивное смешение цветов <a href="https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11696742?menuReferrer=catalogue">https://uchebnik.mos.ru/material_view/atomic_objects/11696742? menuReferrer=catalogue</a>

**Рекомендуемые практические работы/практико-ориентированные задания:**

Практические работы	Практико-ориентированные задания
<b>Техническая механика</b>	
Определение момента инерции маятника Максвелла	<p>Изготовление действующей модели маятника Максвелла</p>    
Исследование вращательного движения твердого тела, проверка основного закона динамики вращательного движения (определение момента инерции маятника Обербека)	<p>Изготовление действующей модели маятника Обербека</p> 
	Определение жесткости системы параллельно и последовательно соединенных пружин
Испытание образца на прочность. Определение предела прочности материала	Построение диаграммы растяжения испытуемого образца
Исследование закона Кулона-Амонтона и проверка формулы Эйлера	
Определение реакций опор балки под действием плоской произвольной системы сил. Составление уравнений равновесия.	Сборка и испытание фермовых/мостовых конструкций с заданными свойствами
Исследование теплопроводности различных веществ	Определение коэффициентов теплопроводности различных материалов

Исследование превращения теплоты в электрическую энергию, исследование термоэлектрического охлаждения	Изготовление и испытание элемента Пельтье
Увеличение предела измерений амперметра и вольтметра	Измерение силы тока с помощью шунта и амперметра
Исследование моста Уинстона как прибора для измерения сопротивления	Определение неизвестного сопротивления проводника с помощью мостового соединения.
Изучение правил Кирхгофа	Расчет параметров электрической цепи с применением правил Кирхгофа
Изучение делителя напряжения на резисторах	Сборка и испытание делителя напряжения с переменным резистором
Сборка и изучение принципа работы генератора постоянного и переменного тока	Сборка и объяснение принципа работы генераторов переменного тока с вращающимся полюсами, с неподвижными полюсами
Сборка и изучение принципа работы электродвигателя постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>Изменение полярности подключения катушки в электродвигателе. Объяснение принципа работы реверса тока</li> <li>Сборка и объяснение принципа работы двигателей шунтового возбуждения и двигателей с последовательным возбуждением, синхронного двигателя</li> </ol>
Исследование магнитного поля катушки током. Принцип работы электромагнитных приборов	<ol style="list-style-type: none"> <li>Сборка и испытание модели магнитного переключателя</li> <li>Сборка и испытание модели магнитного предохранителя</li> <li>Сборка реле с рабочей точкой и нормальным контактом</li> <li>Сборка и испытание моделей самооткрывающегося и электромагнитного выключателей</li> </ol>
Определение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз методом Бесселя	Определение фокусных расстояний и положения главных плоскостей двухлинзовой оптической системы

Исследование сферических и хроматических отклонений линз	Сборка оптической системы и исследование продольной сферической аберрации линзы
Оптическое аддитивное смешение цветов	
Сравнение силы света от двух источников	Сборка модели фотометра
Сборка оптической системы для исследования зависимости освещенности от угла падения световых лучей и расстояния до источника света	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 74622892844150726796523337175507594912532816876

Владелец Каштанова Татьяна Владимировна

Действителен с 02.07.2025 по 02.07.2026