

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова  
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области

**Проверено**

Заместитель директора по УВР  
ГБОУ гимназии  
им. С.В. Байменова  
города Похвистнево  
\_\_\_\_\_/Е.В. Сорокина /  
«11» июня 2025 г.

**Утверждено**

Приказом № 160- од  
от «16» июня 2025 г.  
Директор ГБОУ гимназии  
им. С.В. Байменова  
города Похвистнево  
\_\_\_\_\_/ А.А. Бочарова/

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Наименование предмета: элективный курс по физике

**«Равновесная и неравновесная термодинамика»**

Класс: 10

Общее количество часов по учебному плану 34 ч, (1 ч в неделю)

Рассмотрена на заседании МО учителей естественнонаучных дисциплин  
Протокол № 5 от «10» июня 2025 г.

Руководитель МО \_\_\_\_\_ Синеглазова И.В.  
(подпись)

## Пояснительная записка

За основу рабочей программы элективного курса по физике **«Равновесная и неравновесная термодинамика»** взята программа «Равновесная и неравновесная термодинамика» В.А. Орлова, Г.Г. Никифорова, опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естествознание» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.

Элективный курс предлагается для удовлетворения индивидуальных интересов учащихся 10 классов к физике и ее практических приложений на основе углубленного изучения термодинамики.

**Целью** данной программы является углубление и расширение представлений учащихся о законах термодинамики и установлении взаимосвязи между самыми разнообразными свойствами вещества.

В ходе изучения курса ставятся следующие задачи:

1. Развивать представления учащихся о физической картине мира на основе знакомства с законами термодинамики и их взаимосвязи с другими явлениями природы.
2. Углубить и обобщить знания о строении вещества, о законах термодинамики, применении их при решении задач, выполнении экспериментальных исследований, а так же в разных областях науки и техники.
3. Развивать познавательные, интеллектуальные и творческие способности учащихся на основе ознакомления с современными достижениями науки и техники, связанными с законами термодинамики.
4. Формировать предметные и метапредметные универсальные учебные действия на основе решения физических задач, выполнения экспериментальных исследований, докладов, рефератов.

### **Рабочая программа курса выполняет функции:**

- информационно-методическая функция позволяет получить представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития учащихся средствами элективного курса;
  - организационно-планирующая функция предусматривает структурирование учебного материала по представленной теме, определение его количественных и качественных характеристик;
- удовлетворение индивидуальных образовательных интересов учащихся по физике.

В настоящее время трудно назвать область физики, в которой бы не использовались методы термодинамики. Как бы сложно ни было изучаемое явление, к какой бы отрасли познания оно ни относилось: к любому ли разделу физики - от астрофизики до теплофизики или электроники, к любой ли отрасли химии - от технической химии до сложнейших биохимических процессов - всюду и всегда наиболее важным, существенным, основным будет переход, превращение одного вида энергии в другой вид.

Путем строгих логических заключений, методами математических выводов термодинамика устанавливает связь между самыми разнообразными свойствами веще-

ства, позволяет на основании изучения одних, легко измеряемых величин, вычислять другие, важные и необходимые, но трудно измеряемые или даже недоступные непосредственному измерению. Термодинамика, конечно, может быть по праву отнесена к физическим наукам, но в ней существуют разделы: химическая термодинамика и техническая термодинамика.

Основным методом изложения теоретического материала курса является активный диалог учителя с учащимися, предполагающий постановку проблемы с последующим обсуждением вариантов ее разрешения.

Использование лекционной формы применяется при изучении наиболее сложных теоретических разделов курса. Такие формы занятий, как семинары и экспериментальные исследования, способствующие развитию умений самостоятельно приобретать знания, критически оценивать полученную информацию, излагать свою точку зрения по обсуждаемому вопросу, выслушивать другие мнения и конструктивно обсуждать их.

Каждому учащемуся предлагается возможность выступить с основным сообщением на одном из занятий. Кроме основного докладчика выступает один или несколько содокладчиков или оппонентов, отстаивающих альтернативную точку зрения. При такой организации семинара становится возможной дискуссия по обсуждаемой проблеме, в которой могут принять участие все учащиеся.

Темы дискуссий «Два метода изучения свойств вещества. Достоинства и недостатки каждого метода», «Теплоемкости газов в классической и современной физике», «Энтропия — это тень энергии или царица мира?», «Энтропия и информатика, кибернетика и генетика».

Практическое знакомство учащихся с экспериментальным методом изучения природы происходит при проведении самостоятельных экспериментальных исследований. Большое внимание уделяется решению задач по термодинамике, поиску необходимой информации в литературе, Интернете и др. Таким образом, достижения каждого ученика становятся достоянием всех учащихся.

Программа рассчитана на 34 часа, реализуется по 16 часов в полугодие. В учебном плане гимназии 16 часов (1 час в неделю) первое полугодие, 18 часов (1 час в неделю) второе полугодие. Указанная программа реализуется без изменений в соответствии с Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования.

Плановых контрольных уроков – практические работы по решению задач 6 ч, лабораторных работ – 8 ч.

**Формы контроля** - практические работы по решению задач, исследовательские лабораторные работы, выступления на семинарских занятиях. Формы контроля направлены на выявление углубленных знаний всей темы и на установление связей со знанием предыдущих тем, закрепление практических умений учащихся. **Система оценивания** – зачетная. Зачет ставится за решение физических задач, подготовку выступлений, выполнение исследовательских лабораторных работ.

В качестве основной формы оценки учащихся предполагается использовать результаты выступлений на семинарах, подготовленные доклады и рефераты, выполненные экспериментальные исследования, решение задач. Решение задач позволяют глубже усвоить теоретический материал элективного курса, а также лучше подготовиться

к сдаче единого государственного экзамена, поступлению в вуз, продолжению образования.

## **Содержание курса**

### **Два метода изучения свойств вещества: статистический и термодинамический (2 ч)**

Объяснение нагревания газа при быстром сжатии с точки зрения статистического и термодинамического методов. Взаимопроникновение этих методов в молекулярной физике.

### **Тепловое равновесие. Нулевой закон (начало) термодинамики (2 ч)**

Классификации систем макроскопических тел. Обратимые и необратимые процессы. Равновесные и неравновесные состояния системы. Температура — функция состояния. Тепловое равновесие. Нулевое начало (закон) термодинамики.

#### **Исследование**

Наблюдение процесса установления термодинамического равновесия.  
*Оборудование:* калориметр, термометр, небольшой сосуд с теплой водой.

### **Закон сохранения энергии — основа термодинамического метода (2 ч)**

Модели в термодинамике. Открытие закона сохранения энергии Гельмгольцем, Джоулем и Майером. Уравнение теплового баланса.

#### **Исследование**

Построение графика зависимости температуры воды от времени при ее нагревании электрическим нагревателем известной мощности. Оценка удельной теплоемкости воды. *Оборудование:* измерительный цилиндр с водой, калориметр, термометр, часы, источник тока, электрический нагреватель (спираль).

### **Первый закон (начало) термодинамики (6 ч)**

Внутренняя энергия — функция состояния системы. Способы изменения внутренней энергии. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изотермическому, изохорному, изобарному, адиабатному процессам.

#### **Исследования**

1. Построение графика зависимости давления газа от объема в квазистатическом процессе и измерение работы газа. *Оборудование:* лабораторный прибор для изучения газовых законов, состоящий из цилиндра с поршнем и манометра, барометр.
2. Сравнение изотермического и адиабатного сжатий газа. *Оборудование:* прибор для исследования газовых законов.

### **Проблема теплоемкости (4 ч)**

Молярная теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Теорема Майера. Классический закон равномерного распределения энергии по степеням свободы и границы его применимости. Закон Дюлонга — Пти.

### **Исследования**

1. Измерение удельной теплоты плавления льда.  
*Оборудование:* калориметр, термометр, цилиндр измерительный, сосуд с теплой водой, сосуд с тающим льдом.
2. Экспериментальная проверка закона Дюлонга —Пти. *Оборудование:* калориметр, термометр, тела из алюминия, стали, меди, сосуд с горячей водой (один на класс).

### **Исследование (домашнее)**

Измерение удельной теплоемкости зерен кофе. *Оборудование:* кофемолка, кофе в зернах, весы, часы.

### **Второй закон (начало) термодинамики (4 ч)**

Особенности внутренней энергии. Свободная энергия. Поверхностное натяжение и свободная энергия. Статистическая интерпретация второго закона термодинамики.

### **Исследования**

1. Оценка свободной энергии поверхностного слоя жидкости. *Оборудование:* весы, гири, проволока П-образная, чашка с песком, сосуд с водой.
2. Изучение самопроизвольного перехода из упорядоченного состояния к беспорядочному. *Оборудование:* коробок со спичками, пробирка, 10 шариков.

### **Третий закон (начало) термодинамики. Второй закон термодинамики и тепловая смерть Вселенной (4 ч)**

Применение второго начала для анализа некоторых термодинамических процессов. Энтропия — мера неупорядоченности системы. Механизмы понижения энтропии.

### **Исследование**

Оценка изменения энтропии при изотермическом сжатии. *Оборудование:* сосуд со льдом, термометр, часы.

### **Тепловые машины (4 ч)**

Тепловые машины: тепловой двигатель, холодильные установки, тепловой насос. Тепловой двигатель и второе начало термодинамики. КПД теплового двигателя. Формула Карно. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.

### **Исследование (домашнее)**

Измерение холодильного коэффициента бытового холодильника. *Оборудование:* холодильник компрессионный, полиэтиленовые мешочки, термометр, часы.

### **Элементы неравновесной термодинамики (7 ч)**

Самоорганизация открытых систем. Периодические процессы в неравновесных системах. Бифуркации и аттракторы. Энтропия и информация. Энтропия, кибернетика и генетика.

### **Исследование**

Наблюдение процесса роста кристаллов из раствора. *Оборудование:* микроскоп школьный, насыщенные растворы хлорида натрия, хлорида аммония, гипосульфита, предметные стекла, стеклянные палочки.

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА**

**Личностными результатами** обучения являются:

- в ценностно-ориентационной сфере – чувство гордости за российскую физическую науку, гуманизм, положительное отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере – готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере – умение управлять своей познавательной деятельностью.

**Метапредметными результатами** являются:

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной ранее цели;
- сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- определять несколько путей достижения поставленной цели;
- выбирать оптимальный путь достижения цели с учетом эффективности расходования ресурсов и основываясь на соображениях этики и морали;
- задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;
- оценивать последствия достижения поставленной цели в учебной деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

### **Познавательные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- искать и находить обобщенные способы решения задач;
- приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;
- анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со

стороны других участников и ресурсные ограничения;

- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем);
- формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно;
- ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью.

### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
- координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);
- согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности, как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;
- подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;
- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

**Предметные результаты** обучения курса:

**Выпускник на углубленном уровне научится:**

- объяснять и анализировать роль и место термодинамики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между термодинамикой и другими естественными науками;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;

- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи как с опорой на известные физические законы термодинамики, закономерности и модели, так и с опорой на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль термодинамики в решении этих проблем;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств при изучении тепловых процессов;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему, как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Применительно к темам курса *ученик сможет*:

— *знать*: предмет и методы исследования термодинамики. Структуру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения термодинамики;

— *объяснять* явления: броуновское движение, взаимодействие молекул; тепловое равновесие, необратимость процессов в природе; испарение, конденсация, равновесие между жидкостью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха; поверхностное натяжение, смачивание, капиллярные явления; плавление и отвердевание, изменение объема тела при плавлении и отвердевании; тепловое линейное и объемное расширение, расширение воды;

— *знать* определения физических понятий: количество вещества, молярная масса; макроскопические и микроскопические тела, температура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолютная температура; температура, средняя скорость движения молекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифметическая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа ; работа в термодинамике, количество теплоты, теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении, необратимый процесс, адиабатный процесс, вероятность макроскопического состояния (термодинамическая вероятность), КПД двигателя, цикл Карно; насыщенный и ненасыщенный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования/конденсации, парциальное давление водяного пара ; поверхностная энергия, сила поверхностного натяжения, мениск, давление под искривленной поверхностью жидкости, высота поднятия жидкости в капилляре; кристаллические и аморфные тела, кристаллическая решетка, жидкие кристаллы, удельная теплота плавления, полиморфизм, анизотропия, фазовые переходы первого и второго рода, тройная точка; температурные коэффициенты линейного и объемного расширения;

— *понимать* смысл основных физических законов/принципов/уравнений: основные положения молекулярно-кинетической теории, газовые законы, уравнение состояния идеального газа; основное уравнение молекулярно-кинетической теории, распределение

Максвелла; законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин; зависимость температуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновесных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры ; зависимость высоты поднятия жидкости в капилляре от поверхностного натяжения, радиуса канала капилляра и плотности жидкости, влияние кривизны поверхности на давление внутри жидкости; зависимость температуры плавления от давления, зависимость типа кристалла от характера взаимодействия атомов и молекул, образующих кристалл; взаимосвязь между температурными коэффициентами линейного и объемного расширения;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни, например, учет различных свойств газообразных, жидких и твердых тел, свойств газов; при оперировании понятием «внутренняя энергия» в повседневной жизни; учет необратимости процессов в природе при проведении различных экспериментов; учет влажности при организации собственной жизнедеятельности; уметь пользоваться приборами для измерения влажности; учет капиллярных явлений в быту ; при замораживании продуктов, при покупке мониторов, изготовленных на технологии жидких кристаллов; учет расширения тел при нагревании, особенностей воды при замораживании.

**Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:**

- *проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*
- *решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;*
- *анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;*
- *формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;*
- *усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;*
- *использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

Для достижения поставленных целей обучения используются следующие **образовательные технологии:** технология проблемного обучения, развивающие технологии, тестовые технологии, информационно-коммуникативные технологии, технология развития исследовательских навыков, дифференцированного подхода в обучении, здоровьесберегающие технологии. При этом используется личностно-ориентированный и системно-деятельностный подход в обучении.

**Технические средства**

- Персональный компьютер.
- Интерактивная панель.

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова  
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области

- Компьютерный мобильный класс.
- Цифровая лаборатория.

В процессе обучения предполагается активное использование медиа-ресурсов и информационных технологий, интернет ресурсов. Презентации, созданные учителем и учащимися в процессе образовательного процесса по темам элективного курса. Используется комплект физического оборудования для проведения лабораторных работ.

### КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 1 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	<b>Два метода изучения свойств вещества: статистический и термодинамический</b>	<b>2</b>		
1	Два метода изучения свойств вещества.	1	1 н	Лекция
2	Объяснение нагревания газа при быстром сжатии с точки зрения статистического и термодинамического методов. Взаимопроникновение этих методов в молекулярной физике.	1	2 н	Лекция
	<b>Тепловое равновесие. Нулевой закон (начало) термодинамики</b>	<b>2</b>		
3	Классификации систем макроскопических тел. Обратимые и необратимые процессы. Равновесные и неравновесные состояния системы. Температура — функция состояния. Тепловое равновесие. Нулевое начало термодинамики.	1	3 н	Лекция
4	Исследование 1 «Наблюдение процесса установления термодинамического равновесия и измерение времени релаксации». <i>Оборудование:</i> калориметр, термометр, небольшой сосуд с теплой водой.	1	4 н	Практическое занятие
	<b>Закон сохранения энергии — основа термодинамического метода</b>	<b>2</b>		
5	Модели в термодинамике. Открытие закона сохранения энергии Гельмгольцем, Джоулем и Майером. Закон сохранения энергии – основа термодинамического метода. Уравнение теплового баланса.	1	5 н	Лекция
6	Исследование 2 «Построение графика зависимости температуры воды от времени ее нагревания электрическим нагревателем небольшой мощности. Оценка удельной теплоемкости воды. <i>Оборудование:</i> измерительный цилиндр с водой, калориметр, термометр, часы, источник тока, электрический нагреватель (спираль) .	1	6 н	Практическое занятие
	<b>Закон сохранения энергии. Первый закон (начало) термодинамики</b>	<b>6</b>		
7	Внутренняя энергия — функция состояния системы. Способы изменения внутренней энергии.	1	7 н	Лекция
8	Решение задач на способы изменения внутренней энергии.	1	8 н	Практическое занятие
9	Работа в термодинамике. Решение задач на работу в термодинамике.	1	9 н	Практическое занятие
10	Первый закон термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изотермическому, изохорному, изобарному, адиабатному процессам.	1	10 н	Лекция
11	Решение задач на первый закон термодинамики.	1	11 н	Практическое занятие
12	Исследование 3 «Сравнение изотермического и адиабатного сжатий». <i>Оборудование:</i> прибор для	1	12 н	Практическое занятие

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова  
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области

	исследования газовых законов.			
	<b>Проблема теплоемкости</b>	<b>4</b>		
13	Молярная теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Теорема Майера.	1	13 н	
14	Решение задач на теплоемкость	1	14 н	Практическое занятие
15	Классический закон равнораспределения энергии по степеням свободы и границы его применимости. Закон Дюлонга — Пти.	1	15 н	Лекция
16	Решение задач на применение закона Дюлонга — Пти	1	16 н	Практическое занятие

### КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 2 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	<b>Второй закон (начало) термодинамики</b>	<b>4</b>		
1	Особенности внутренней энергии. Свободная энергия.	1	1 н	Лекция
2	Поверхностное натяжение и свободная энергия.	1	2 н	Лекция
3	Статистическая интерпретация второго закона термодинамики.	1	3 н	Лекция
4	Исследования 1. «Оценка свободной энергии поверхностного слоя жидкости». <i>Оборудование:</i> весы, гири, проволока П-образная, чашка с песком, сосуд с водой. 2. «Изучение самопроизвольного перехода из упорядоченного состояния к беспорядочному состоянию». <i>Оборудование:</i> коробок со спичками, пробирка, 10 шариков.	1	4 н	Практическое занятие
	<b>Второй закон термодинамики и тепловая смерть Вселенной. Третий закон (начало) термодинамики.</b>	<b>4</b>		
5	Применение второго начала для анализа некоторых термодинамических процессов.	1	5 н	Лекция
6	Энтропия — мера неупорядоченности системы. Механизмы понижения энтропии.	1	6 н	Лекция
7	Третий закон термодинамики.	1	7 н	Лекция
8	Исследование 3. «Оценка изменения энтропии при изотермическом сжатии». <i>Оборудование:</i> сосуд со льдом, термометр, часы.	1	8 н	Практическое занятие
	<b>Тепловые машины</b>	<b>4</b>		
9	Тепловые машины: тепловой двигатель, холодильные установки, тепловой насос. Тепловой двигатель и второй закон термодинамики.	1	9 н	Лекция
10	Решение задач на тепловой двигатель и второй закон термодинамики.	1	10 н	Практическое занятие
11	КПД теплового двигателя. Формула Карно. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.	1	11 н	Лекция

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова  
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области

12	Холодильная установка, обсуждение домашнего исследования 4. «Измерение холодильного коэффициента и хладопроизводительности бытового холодильника». <i>Оборудование:</i> холодильник компрессионный, полиэтиленовые мешочки, термометр, часы	1	12 н	Практическое занятие
	<b>Элементы неравновесной термодинамики</b>	<b>6</b>		
13	Самоорганизация открытых систем.	1	13 н	Лекция
14	Периодические процессы в неравновесных системах. Бифуркация и аттракторы.	1	14 н	Лекция
15	Исследование 5. «Наблюдение процесса роста кристаллов из раствора». <i>Оборудование:</i> микроскоп школьный, насыщенные растворы хлорида натрия, хлорида аммония, гипосульфита, предметные стекла, стеклянные палочки.	1	15 н	Практическое занятие
16	Энтропия и информация.	1	16 н	Лекция
17	Энтропия, кибернетика и генетика.	1	17 н	Лекция
18	Урок обобщение. Применение термодинамических процессов на современном этапе развития науки.	1	18 н	Конференция

**Учебно-методический комплекс**  
**элективного курса**  
**«Равновесная и неравновесная термодинамика»**

1. Программа «Равновесная и неравновесная термодинамика» В.А. Орлова, Г.Г. Никифорова, опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естествознание» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.
2. В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров. Равновесная и неравновесная термодинамика. Элективный курс: Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл. Учебник для углубленного изучения физики. – М.: Дрофа, 1996.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Наука, 1987.
5. Смородинский Я.А. Температура. – М.: Наука, 1987.
6. Алексеев Г.Н. Энергия и энтропия. М.: Знание, 1978.
7. Алексеев Г.Н. Энерго-энтропика. М.: Знание, 1983.

Для реализации элективного курса используются следующие средства обучения:

1. Лабораторный комплект по молекулярной физике и термодинамике.
2. Оборудование для лабораторных работ и ученических опытов (на базе комплектов для ОГЭ).
3. Оборудование для демонстрационных опытов.
4. Цифровая лаборатория по физике «Точка роста».
5. Технические средства обучения: компьютерный мобильный класс, интерактивная панель, цифровая лаборатория.
6. Учебно-наглядные пособия (CD) Физика. Видео демонстрации. 10 класс