

Рабочая программа
РАССМОТРЕНА на заседании кафедры
учителей математики и физики
Протокол № 1 от «24» августа 2023 г.
Заведующая кафедрой _____
/Миронова О.А./

Проверена
«24» августа 2023 г.
Зам. директора по УВР _____
/ Шакирова Е.И./

Утверждаю к использованию в ОП школы
Директор школы _____
/Плотников Ю.А./
«25» августа 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ
(НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ В.В. СВЕТУХИНА, И.О. ЯВТУШЕНКО)

«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»

ДЛЯ 11 КЛАССА
(ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ)

Государственного бюджетного общеобразовательного учреждения Самарской области
СРЕДНЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ №2
С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ
п.г.т. Усть-Кинельский, г.о. Кинель Самарской области
на **2023 – 2024** учебный год

Составитель: Миронова О.А., к.ф.-м.н., учитель физики

п.г.т. Усть-Кинельский,
2023 год

1. Пояснительная записка

1.1. Общая характеристика рабочей программы

Рабочая программа по предмету «Физика» составлена на основе:

1. Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (утвержден приказом министерства образования и науки Российской Федерации №413 от 17.05.2012 (ред. От 29.06.2017), в редакции приказов Минобрнауки №1644 от 29.12.2014 и №1577 от 31.12.2015).
2. Основной образовательной программы среднего общего образования ГБОУ СОШ №2 п.г.т. Усть-Кинельский
3. Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з),
4. Рабочей программы по физике. 10-11 классы. Предметная линия учебников серии «Классический курс» авторов Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, Н.Н. Сотского, В.М. Чаругина под ред. Н.А. Парфентьевой, сост. А.В. Шаталина. – М.: Просвещение, 2018 г.

Рабочая программа ориентирована на использование учебников, включённых в Федеральный перечень учебников (Приказ № 233 от 8.09.2019 г. Министерства просвещения РФ).

Класс	Предмет	Учебник	Кодификатор в перечне
10	Физика	Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Сотский Н. Н. / Под ред. Парфентьевой Н. А. Физика. 10 класс. Базовый и углублённый уровни, Просвещение, 2020 г., 432 с.	1.1.3.5.1.7.1
11	Физика	Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Чаругин В.М. / Под ред. Парфентьевой Н. А. Физика. 11 класс. Базовый и углублённый уровни, Просвещение, 2020 г., 432 с.	1.1.3.5.1.7.2

1.2. Описание места предмета в учебном плане

На изучение элективного курса «Основы нанотехнологий» отводится в общем объеме 34 часа в 11 классе, из расчета 1 час в неделю.

2. Планируемые результаты освоения основной общеобразовательной программы среднего общего образования

2.1. Общая характеристика учебного предмета

Элективный курс «Основы нанотехнологий» предназначен для учащихся старшей школы, выбравших естественно-научный, физико-математический, физико-химический профиль или проявивших повышенный интерес к изучению физики. Курс рассчитан на 34 часа (1 час в неделю). Курс представляет собой блочную систему, в которую входят обязательные блоки и блоки по выбору учителя. Обязательными начальными блоками являются «Наноматериалы и технологии их получения», «Инструменты нанотехнологий», «Нанокластеры, квантовые точки», «Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы». Независимыми являются блоки «Углеродные наноструктуры», «Нанoeлектроника», «Микроэлектромеханические системы», «Фотонные кристаллы – оптические сверхрешётки».

Построение материала в учебном пособии рассчитано на опережающее развитие: вводятся термины и понятия, неизвестные учащимся из курса физики, однако понятные на ассоциативном и интуитивном уровнях. В качестве базовых принципов преподавания элективного курса «Основы нанотехнологий» могут быть рекомендованы следующие:

- многоуровневость изложения знаний о квантовых эффектах в нанотехнологиях в качестве теоретического обоснования;
- структурно-функциональный подход к изучению наноматериалов и наноструктур;
- междисциплинарный характер всестороннего освещения технологий «снизу вверх» и «сверху вниз», предполагающий использование достижений физики, химии, электроники и других наук;
- определение ближайших и отдалённых перспектив развития нанотехнологий;
- освещение прикладного значения нанотехнологий для промышленности, медицины и общества в целом.

В предлагаемом элективном курсе изложены физико-химические основы нанотехнологии. Особое внимание уделено размерным эффектам различной природы и путям их практического использования в различных наноструктурах и изделиях. Рассмотрены современные методы получения, исследования и определения свойств наноматериалов. Систематизированы и описаны основные направления развития нанотехнологий и нанотехники.

Цель курса. Цель модуля «Физика» в рамках курса «Введение в нанотехнологии» состоит в том, чтобы дать основные понятия, используемые в области квантовой физики, а также познакомить с современными достижениями нанотехнологий в области измерений, материаловедения, приборостроения и практических приложений.

Задачи курса

- формирование у учащихся представлений об основах квантовых эффектов, широко используемых в нанотехнологиях;
- формирование у учащихся общего представления о нанотехнологии как особой отрасли науки и производства;
- знакомство учащихся с основными направлениями и методами исследований в области нанотехнологий;
- формирование представления о практическом значении разрабатываемых нанотехнологий для электроники, оптоэлектроники, компьютерной техники, военного дела и т.д.;

- знакомство учащихся с перспективами развития нанотехнологий и пробуждение у них интереса к приложению собственных усилий в области нанотехнологий.

Основные идеи курса:

- знакомство с быстроразвивающейся сферой деятельности человечества;
- взаимосвязь науки и практики;
- практическое применение полученных знаний;
- межпредметная интеграция.

2.2. Личностные, метапредметные и предметные результаты освоения содержания курса

Деятельность образовательной организации при обучении физике в средней (полной) школе должна быть направлена на достижение обучающимися следующих **личностных результатов**:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки;
- готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- навыки сотрудничества со сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской, проектно и других видах деятельности;
- нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;
- сформированность экологического мышления; приобретение опыта эколого-направленной деятельности.

Метапредметные результаты обучения физике в средней школе представлены тремя группами универсальных учебных действий.

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 и подчиняться).

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 освоения содержания курса:

Цели освоения курса	<i>Для успешного продолжения образования по физико-техническим специальностям.</i>	<i>Для обеспечения возможности успешного продолжения образования по специальностям, связанным с осуществлением научной и исследовательской деятельности в области физики.</i>
Требования к результатам		
Раздел	Ученик научится	Ученик получит возможность научиться
<ul style="list-style-type: none"> • Наноматериалы и технологии их получения. • Инструменты нанотехнологий. • Нанокластеры, квантовые точки. • Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы. • Углеродные наноструктуры. • Фотонные кристаллы – оптические сверхрешётки. • Нанoeлектроника. • Микроэлектромеханические 	<ul style="list-style-type: none"> - объяснять роль нанотехнологий в формировании научного мировоззрения; - объяснять вклад физических теорий о наномире в формирование современной естественно-научной картины мира; - понимать единство живой и неживой природы, родство живых организмов; - понимать роль нанотехнологий в целом в жизнедеятельности человека в XXI в.; - объяснять принципиальное влияние размеров наночастиц на их физические свойства; - понимать перспективы так называемого молекулярного дизайна, включающего наноструктуры как неорганического, так и органического и биологического происхождения. 	<ul style="list-style-type: none"> - работать со средствами информации, в том числе компьютерными (уметь искать и отбирать информацию, систематизировать и корректировать её, составлять рефераты); - готовить сообщения и доклады и выступать с ними; - участвовать в дискуссиях; - оформлять сообщения и доклады в письменном и электронном виде; - подбирать к докладам, сообщениям, рефератам иллюстративный материал и корректировать его; - использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для создания коммуникативной среды в диалогах и общении; - использовать приобретённые знания и умения в

кие структуры.		практической деятельности и повседневной жизни для построения гипотезы по созданию моделей строения веществ; - использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для нахождения практического применения основных явлений физики в жизни человека.
----------------	--	---

3. Система оценки достижения планируемых результатов освоения элективного курса

Оценка личностных результатов в текущем образовательном процессе может проводиться на основе соответствия ученика следующим требованиям:

- ✓ соблюдение норм и правил поведения, принятых в образовательном учреждении;
- ✓ участие в общественной жизни образовательного учреждения и ближайшего социального окружения, общественно полезной деятельности;
- ✓ прилежание и ответственность за результаты обучения;
- ✓ готовности и способности делать осознанный выбор своей образовательной траектории в изучении предмета;
- ✓ наличие позитивной ценностно-смысловой установки ученика, формируемой средствами конкретного предмета;
- ✓ активность и инициативность во время работы в группах и при выполнении учебных проектов.

Оценивание метапредметных результатов ведется по следующим позициям:

- ✓ способность и готовность ученика к освоению знаний, их самостоятельному пополнению, переносу и интеграции;
- ✓ способность к сотрудничеству и коммуникации;
- ✓ способность к решению лично и социально значимых проблем и воплощению найденных решений в практику;
- ✓ способность и готовность к использованию ИКТ в целях обучения и развития;
- ✓ способность к самоорганизации, саморегуляции и рефлексии.

Оценка достижения учеником метапредметных результатов может осуществляться по итогам выполнения проверочных работ, в рамках системы текущей, тематической и промежуточной оценки, а также промежуточной аттестации. Главной процедурой итоговой оценки достижения метапредметных результатов является защита итогового индивидуального проекта.

Формами контроля над усвоением материала могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или

круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

4. Тематическое планирование

№ п/п	Наименование раздела	Содержание		Кол- во часов
		Ученик узнает	Ученик получит возможность узнать	
1.	Наноматериалы и технологии их получения.	Классификация наноматериалов; наночастицы; особые свойства нанобъектов. Нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные поверхности и плёнки; нанокристаллические материалы. Технологии «сверху вниз» и «снизу вверх» получения наноматериалов; самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.	Создание коллоидных растворов на основе наноразмерного наполнителя.	4
2.	Инструменты нанотехнологий.	Предел разрешения оптического микроскопа. Критерий Рэлея. Дуализм «волна-частица». Физические предпосылки к созданию электронного микроскопа. Принцип действия магнитной линзы. Устройство электронного просвечивающего микроскопа. Устройство электронного сканирующего микроскопа. Полевой ионный микроскоп: физические принципы, преимущества и недостатки. Безлинзовый полевой ионный микроскоп – ионный проектор.	Измерение туннельного тока как принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Работа СТМ в режиме постоянной высоты и в режиме постоянного тока. Работа атомно-силового микроскопа. Силы взаимодействия зонда с поверхностью в АСМ. Режимы работы АСМ.	6
3.	Нанокластеры, квантовые точки.	Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия.	Влияние различных факторов на состояние равновесия. Анализ доменной структуры магнетика методами АСМ.	4

4.	Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы.	Нанопокрытия. Катализаторы и фильтры. Нанотехнологии в медицине. Нанотехнологии в парфюмерии и пищевой промышленности. Нанотехнологии, используемые при производстве спортивных товаров, одежды и обуви. Нанотехнологии в военном деле.	<i>Гидрофобные и гидрофильные поверхностные структуры.</i>	5
5.	Углеродные наноструктуры.	Структуры на основе углерода. Получение углеродных наноструктур. Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические свойства углеродных нанотрубок.	Применение углеродных нанотрубок. <i>Анализ СЭМ изображений углеродных нанотрубок.</i>	4
6.	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешётки.	Сверхрешётки. Дифракция на одномерной, двумерной, трёхмерной сверхрешётке. Зонная теория. Фотонная запрещённая зона. Получение фотонных кристаллов.	Применения фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе. <i>Изучение особенностей строения фотонных кристаллов методом АСМ.</i>	3
7.	Нанoeлектроника.	Закон Мура. Одноэлектронный транзистор. Туннельный диод. Нанокomпьютеры. Квантовые компьютеры. Светодиоды. Лазеры.		3
8.	Микроэлектромеханические структуры.	Понятие о микроэлектромеханических системах. Элементы микроэлектромеханических систем.	Основные принципы работы микроэлектромеханических структур. Особенности и перспективы применения.	2
9.	Итоговое повторение курса.	Повторение основных понятий тем курса.		3
	Общее количество часов:			34

5. Материально-техническое и информационно-методическое обеспечение образовательного процесса

5.1. Учебное и учебно-методическое обеспечение.

1. Доска.
2. Интерактивная доска с проектором и ноутбуком.
3. Оборудование центра естественнонаучной и технологической направленности «Точка роста».

4. Комплект демонстрационного и лабораторного оборудования по механике, молекулярной физике, электродинамике, оптике, атомной и ядерной физике в соответствии с перечнем учебного оборудования по физике для основной школы.
5. Комплект чертежных инструментов: линейка, транспортир, угольник (30°, 60°), угольник (45°, 45°), циркуль.
6. Наглядные пособия (плакаты, графики, таблицы).
7. Печатные пособия (учебники, раздаточный и дидактический материалы).
8. Таблицы выдающихся физиков.

5.2. Учебно-методические пособия

1. *Светухин В.В.* Основы нанотехнологий : 10 - 11-е классы : учебное пособие / В.В. Светухин, И.О. Евтушенко. – 3-е изд., стер. – Москва : Просвещение, 2023. - 111
2. *Андреевский Р.А.* Наноматериалы: концепция и современные проблемы / Р.А. Андреевский // Российский химический журнал. – 2002.- Т. XLVI. - № 5. – С. 50-56.
3. *Антонов А.Р.* Нанотехнологии в медицине и биологии / А.Р. Антонов, Ю.И. Склянов // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины», 11-12 окт. 2007 г., СибГУ (режим доступа: <http://sibupk.nsk.su/new/05/sem/2007/1>).
4. *Асеев А.Л.* Наноматериалы и нанотехнологии , А.Л. Асеев // Нано- и микросистемная техника. – 2005. - № 3. – С. 2-9.
5. Белая книга по нанотехнологиям / под ред. В.И. Аржанцева и др. – М.: ЛКИ, 2008.
6. *Губин С.П.* Химия кластеров. Основы классификации и строения / С.П. Губин. – М.: Наука, 1987.
7. *Гусев А.И.* Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М.: Физматлит, 2000.
8. Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы: учеб. пособие для общеобразовательных организаций / [Н.В. Антипов и др.], - М.: Просвещение, 2019, 187 с.

5.3. Электронные образовательные ресурсы

1. <https://www.nanonewsnet.ru/>
2. <https://www.krugosvet.ru/>
3. <https://www.ixbt.com/>

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Раздел программы, количество часов	Дата	№ урока	Тема урока	Кол-во часов	Организационная форма проведения урока	Основные виды деятельности
§1. Наноматериалы и технологии их получения. (4 ч)		1	Классификация наноматериалов и их свойства	1	УОНЗ	Классифицировать наноматериалы; наночастицы; называть особые свойства нанобъектов
		2	Наиболее известные и перспективные материалы нанотехнологий	1	УОНЗ	Давать определения: Нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные поверхности и плёнки; нанокристаллические материалы
		3	Технологии получения наноматериалов	1	УОМН	Сравнивать технологии «сверху вниз» и «снизу вверх» получения наноматериалов; различать самоорганизацию и самосборку в нанотехнологиях.
		4	<i>Практическая работа №1. «Получение наножидкостей»</i>	1	УР	Создание коллоидных растворов на основе наноразмерного наполнителя. Анализировать свойства полученных образцов. Обработка полученных результатов и оформление отчёта.
§2. Инструменты нанотехнологий. (6 ч.)		5-6	Электронная микроскопия.	2	УОНЗ	Называть предел разрешения оптического микроскопа, критерий Рэля. Различать дуализм «волна-частица». Физические предпосылки к созданию электронного микроскопа. Объяснять принцип действия магнитной линзы, устройство электронного просвечивающего микроскопа, устройство электронного сканирующего микроскопа. Полевой ионный микроскоп: физические принципы, преимущества и недостатки. Безлинзовый полевой

						ионный микроскоп – ионный проектор.
		7-8	Сканирующая зондовая микроскопия.	2	УОНЗ	Измерение туннельного тока как принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Различать работу СТМ в режиме постоянной высоты и в режиме постоянного тока. Иметь представление о работе атомно-силового микроскопа, о силах взаимодействия зонда с поверхностью АСМ, о режимах работы АСМ.
		9	<i>Практическая работа №2. «Анализ наноразмерных поверхностных структур на основе АСМ».</i>	1	УР	Изучение методов подготовки зонда АСМ-модуля, сканирования структурированных поверхностей металла. Обработка полученных результатов и оформление отчёта
		10	<i>Практическая работа № 3. «Анализ наноразмерных объектов, полученных методами электронной микроскопии».</i>	1	УР	Анализ снимков образцов, полученных методами СЭМ. Обработка полученных результатов и оформление отчёта
§3. Нанокластеры, квантовые точки. (4 ч.)		11	Кластеры, особенности их свойств и методы их модификации	1	УОНЗ	Различать кластеры и особенности их свойств. Называть методы получения кластеров, магические числа. Квантовые точки. Объяснять роль процессов самоорганизации.
		12-13	Области применения нанокластеров.	2	УОМН	Называть методы модификации свойств нанокластеров. Области применения нанокластеров.
		14	<i>Практическая работа №4. «Анализ магнитных нанокластеров».</i>	1	УР	Анализ доменной структуры магнетика методами АСМ. Обработка полученных результатов и оформление отчёта

§4. Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы. (5 ч.)	15-16	Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы	2	УОМН	Давать определения: нанопокрyтия, катализаторы и фильтры. Различать: Нанотехнологии в медицине, нанотехнологии в парфюмерии и пищевой промышленности, нанотехнологии, используемые при производстве спортивных товаров, одежды и обуви, нанотехнологии в военном деле
	17-18	Перспективы нанотехнологий	2	УОМН	Рассказывать перспективы развития нанотехнологий, новые материалы
	19	<i>Практическая работа №5. «Гидрофобные и гидрофильные поверхностные структуры».</i>	1	УР	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта.
§5. Углеродные наноструктуры. (4 ч.)	20	Структуры на основе углерода и их получение.	1	УОНЗ	Различать структуры на основе углерода. Объяснять получение углеродных наноструктур
	21	Свойства углеродных нанотрубок.	1	УОНЗ	Называть механические свойства углеродных наноструктур, химические свойства углеродных нанотрубок, электрические свойства нанотрубок.
	22	Применение углеродных нанотрубок.	1	УОМН	Приводить примеры применения углеродных нанотрубок в технологических циклах производства.
	23	<i>Практическая работа №6. «Анализ СЭМ изображений углеродных нанотрубок».</i>	1	УР	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта
§6. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешётки.	24	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешётки.	1	УОНЗ	Давать определение: сверхрешётки, зонная теория, фотонная запрещенная зона. Объяснять дифракцию на одномерной,

(3 ч.)						двумерной, трёхмерной сверхрешётке. Получение фотонных кристаллов.
		25	Применение фотонных кристаллов в технике и природе	1	УОМН	Приводить примеры фотонных кристаллов в природе. Рассказывать о применении фотонных кристаллов.
		26	<i>Практическая работа №7. «Изучение особенностей строения фотонных кристаллов методом АСМ».</i>	1	УР	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта
§7. Нанoeлектроника (3 ч.)		27-28	Нанoeлектроника.	2	УОМН	Записывать закон Мура. Различать: одноэлектронный транзистор, туннельный диод. Нанокomпьютеры
		29	Квантовая оптоэлектроника.	1	УОМН	Иметь представление о квантовых компьютерах, светодиодах, лазерах.
§8. Микроэлектромеханические структуры. (2 ч.)		30	Микроэлектромеханические структуры	1	УОМН	Иметь понятие о микроэлектромеханических системах, об элементах микроэлектромеханических систем.
		31	Работа микроэлектромеханических структур	1	УОМН	Называть основные принципы работы микроэлектромеханических структур. Особенности и перспективы применения.
§9. Повторение.		32-34	Научно – практическая конференция.	3	УР	Защита рефератов, практических работ исследовательского характера. Подведение итогов.