|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование органа управления образованием  **Полное название образовательной организации,**  **реализующей дополнительную общеобразовательную программу**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Принята на заседании  Педагогического совета  Протокол № \_\_\_\_  от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ года | «Утверждаю»  Руководитель  образовательной организации  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ФИО  печать  Приказ № \_\_\_\_ от  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ года |  |  |  | | --- | |  | |  |   **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**  **«Нелинейный мир»**  ***Направленность*:** естественнонаучная  ***Уровень*:** продвинутый  ***Возраст учащихся*:** 13–18 лет  ***Срок реализации*:** 1 год  **Авторы-составители:**  **Город,** год |

**1.1. Пояснительная записка**

**Направленность образовательной программы** дополнительного образования детей «Нелинейный мир» —**естественнонаучная.**

Нормативно-правовой аспект.

Нормативно-правовую основу для разработки дополнительной общеобразовательной программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 №629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685 – 21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 N 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разно - уровневые программы)» (письмо Министерства образования и науки России от 18.11.2015 № 09-3242).

***1.2. Актуальность программы***

Развитие наукоемких технологий во всех областях деятельности современного общества требует от человека не просто новых знаний и умений, но знаний и умений, по-новому организованных. Человечеством накоплен огромный объем научно-технической информации. С одной стороны, это приводит к необходимости специализации в освоении и применении имеющегося человеческого опыта, а с другой — дальнейшее развитие всех сторон общества требует объединения усилий специалистов самых разных дисциплин. Прорывные технологии появляются на стыке самых разных областей человеческой деятельности. Достижения наук о природе, человеке, обществе показывают единство мира. Успешно работающий современный человек, являясь высококлассным специалистом в своей области деятельности, должен уметь оценить (подчас критически оценить!) достижения других людей.

Для этого современный человек должен уметь видеть в окружающем мире ведущие процессы, не столько запоминать информацию, сколько уметь структурировать ее в целях практического применения. Это приводит к необходимости в процессе получения образования формировать у детей взгляд на мир как на среду, где протекает одновременно много взаимно обусловленных и взаимно влияющих процессов, где малое изменение условий может привести к мощному отклику, и наоборот. То есть нужен взгляд на мир как на нелинейную самоорганизующуюся среду.

Современные курсы элементарной физики и других дисциплин для учащихся общеобразовательных учреждений и программы дополнительного образования детей в естественно-научной области исходят из описания природных явлений на базе линейных моделей. В этих программах недостаточное внимание уделяется внутрипредметным связям, аналогиям (например, оптико-механической, электрогидравлической).

В свете сказанного возникает необходимость изучать физические явления на моделях, включающих не один механизм процесса, а учитывающих конкурентный характер нескольких механизмов. При этом дети должны не только *освоить* *готовую* «однозаконную» модель явления, но и уметь *построить* модель с учетом разных механизмов — «многозаконную», выделяя один или несколько ведущих процессов и пренебрегая несущественными. Такой подход близок к синергетическому подходу, позволяющему изучать явления природы как единое целое с выделением ведущих процессов.

**Педагогическая целесообразность** такого подхода заключается в том, что дети приобретают умение оценивать окружающий их мир как динамически развивающийся, учатся делать выбор между моделями явлений, в конечном счете, приобретают навык синтетического мышления и активного отношения к окружающему миру, в том числе к получаемой информации.

***1.3. Цель программы —*** подготовка обучающихся к парадоксальным ситуациям в окружающем мире через формирование у них интеллектуальной и операционной готовности к производственному и бытовому применению фундаментальных знаний о природе.

***1.4. Задачи программы:***

* ознакомить детей с основами современной картины мира;
* дать детям в элементарном, но логически связном изложении знания общих физических принципов, лежащих в основе современной картины мира;
* формировать у детей основные умения, необходимые для теоретического анализа и экспериментального исследования реальных процессов в природе;
* дать детям понимание того, что неожиданные задачи при правильном на них реагировании решаются самыми обычными методами;
* формировать у детей потребность в критическом оценивании полученных результатов;
* обеспечить профессиональную ориентацию детей, проявивших интерес к естественным и техническим наукам;
* воспитать у детей самостоятельность в выборе задач для исследования, путей их решения;
* воспитать у детей умение видеть красоту, гармонию окружающего мира через знание и понимание симметрии и асимметрии законов природы.

***1.5. Отличительные особенности программы***

Программа является модифицированной программой.

Отличительными особенностями данной программы от указанного курса являются:

* ее направленность на изучение нелинейных моделей самых различных явлений, как необычных, так и кажущихся очевидными, встречающихся в быту и природе, в непосредственном окружении человека (например, изучение процесса сопротивления движению влажной тряпки при мойке пола в помещении и феномена «шепчущей галереи»);
* наличие блока авторских заданий, разработанных для проведения физических боев и турниров;
* главным приемом освоения слушателями программы является «погружение» в мир природных взаимосвязей через сочетание аудиторных и самостоятельных форм работы;
* возможность для слушателей участвовать в исследованиях новых явлений и новых сторон известных явлений;
* связь с научными работниками, ведущими исследования в научных организациях.

***1.6. Принципы реализации программы***

Реализация программы основана на нескольких идеях, на которых, по представлению автора, должны основываться принципы организации учебно-воспитательного процесса.

*Идея гуманистического подхода* предусматривает отношение педагога к обучающемуся как к младшему товарищу, который будет его сменой.

*Идея индивидуального подхода* вытекает из учета личностных особенностей, в том числе в области выбора ребенком характера работы в объединении.

*Идея творческого саморазвития* реализуется через побуждение всех детей к самостоятельным исследованиям, самовоспитанию и самосовершенствованию.

*Идея практической направленности* осуществляется через сочетание теоретической и экспериментальной работы, участие в олимпиадах, турнирах и конкурсах, экспедиционных исследованиях в походных условиях.

*Идея коллективизма* опирается на совместную работу групп детей по решению экспериментальных задач, коллективное обсуждение теоретических вопросов и коллективный разбор результатов выступлений в различных мероприятиях.

Программа реализуется на основе следующих принципов:

– *принцип научности*,направленный на получение достоверной информации о современном состоянии естественно-научных знаний и критику необоснованных гипотез;

– *принцип систематичности и последовательности*,требующий логической последовательности в изложении материала;

– *принцип доступности,* заключающийся в необходимой простоте изложения материала;

– *принцип преодоления трудностей,* предусматривающий, что обучающее задание не должно быть слишком простым;

– *принцип сознательности и активности*, основанный на свободном выборе ребенка направления своей работы.

***1.7. Сроки реализации программы***

Программа реализуется в течение одного учебного года.

***1.8. Форма обучения и режим занятий***

В работе объединения дополнительного образования «Нелинейный мир» принимают участие дети 13–17лет.

Занятия проводятся 2 раза в неделю, продолжительность занятий 2 часа.

Количество детей в группе — 12 человек.

Формы занятий разнообразные: фронтальные занятия (лекция, беседа, семинар), индивидуальные и групповые консультационные занятия по индивидуальным планам выполнения творческих работ и проектов, групповые практические и лабораторные работы, открытые занятия.

Разработка исследовательских проектов, решение задач, предложенных на интеллектуальных турнирах, выполнение лабораторных и практических работ осуществляются слушателями индивидуально или группами по 2–3 человека с обсуждением промежуточных и окончательных результатов всем коллективом слушателей.

Учащиеся принимают участие в полевых х экспедиционных выходах, научно-популярных лекциях и экскурсиях в музеи и научно-исследовательские организации, во встречах с учеными.

Важной особенностью формирования команд, участвующих в указанных мероприятиях, является разновозрастный состав. Обучающиеся старшего возраста являются в командах ведущими участниками, а их младшие товарищи учатся у них, выполняя в то же время не менее важную для общего результата работу технического характера (делают расчеты по составленным старшими участниками моделям, проводят опыты, требующие большого числа повторений, и т.п.).

***1.9. Ожидаемые результаты и способы их проверки***

По окончании программы дети получат и усвоят современные представления:

* о единстве пространства-времени и неразрывности материи и пространства- времени;
* о принципе относительности;
* о квантово-механических моделях и их связи с классическими предельными моделями;
* о нелинейных моделях различных физических явлений и некоторых способах их компьютерного моделирования;
* о сочетании теоретических и экспериментальных исследований в современной физике.

По окончании программы дети приобретут следующие умения:

* наблюдать и анализировать реальные физические процессы на примере явлений, встречающихся в быту и в ближайшем природном окружении;
* составлять модели физических процессов на основе представлений элементарной физики;
* проводить экспериментальные исследования в рамках принятой модели;
* формулировать и обсуждать полученные экспериментальные результаты;
* готовить и представлять доклад по проделанной работе.

Успешность выполнения работы оценивается по соответствию полученных экспериментальных результатов теоретическим представлениям и логической непротиворечивости сделанных по работе выводов.

Текущая и промежуточная проверка результатов осуществляется во время собеседования с педагогом на консультационных занятиях. Промежуточная проверка результатов может проходить в форме доклада на собрании объединения. По окончании тематических разделов проводятся защиты творческих работ.

Итоговая проверка результатов осуществляется в процессе участия в конференциях турнирах, олимпиадах.

Следует заметить, что формальные результаты выступлений слушателей на различных мероприятиях (грамоты, дипломы и т.п.) не должны быть оценкой успешности занятий ребенка в объединении. Само выступление на таком мероприятии — уже большое достижение слушателя.

# 2. Учебно-тематический план

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | Наименование разделов, тем | **Количество часов** | | |
| **Всего** | **Теория** | **Практика** |
|  | Вводное занятие. | 1 | 1 | – |
|  | **I. Пространство и время в классической физике** | **19** | **9** | **10** |
| 1.1 | Предмет и методы физики. Моделирование в физике | 3 | 1 | 2 |
| 1.2 | Однородность и изотропность пространства и времени | 4 | 2 | 2 |
| 1.3 | Вещество и поле – формы существования материи. Различные виды взаимодействий | 4 | 2 | 2 |
| 1.4 | Движение, его относительность. Равноправие инерциальных систем отсчета в классической и современной физике | 4 | 2 | 2 |
| 1.5 | Конечность скорости распространения сигнала. Галилеево пространство-время. Механический мир Ньютона. Проблемы вычислимости в мире материальных точек и шариков | 4 | 2 | 2 |
|  | **II. Поле, кванты, пространство** | **12** | **10** | **2** |
| 2.1 | Гамильтонова механика. Фазовое пространство | 4 | 2 | 2 |
| 2.2 | Взаимодействие полей и создающих их частиц в различных пространствах | 4 | 4 | - |
| 2.3 | Гипотезы: голографическая Вселенная; множественность вселенных | 4 | 4 | - |
|  | **III. Движение в пространстве Минковского** | **8** | **6** | **2** |
| 3.1 | Пространство-время Минковского. | 4 | 2 | 2 |
| 3.2 | Инертность и гравитация. Мировая линия. | 4 | 4 | - |
|  | **IV. Законы сохранения физических величин как проявление симметрии в природе** | **4** | **2** | **2** |
| 4.1 | Симметрия, однородность и законы сохранения. Действие. Принцип Мопертюи | 4 | 2 | 2 |
|  | **V. Колебательные процессы в линейных и нелинейных системах** | **20** | **10** | **10** |
| 5.1 | Возникновение колебаний. Фазовые портреты колебаний. Гармонические колебания | 4 | 2 | 2 |
| 5.2 | Затухающие колебания в системах с вязким и сухим трением | 4 | 2 | 2 |
| 5.3 | Вынужденные колебания | 4 | 2 | 2 |
| 5.4 | Параметрические колебания | 4 | 2 | 2 |
| 5.5 | Колебания в нелинейных системах | 4 | 2 | 2 |
|  | **VI. От волн к квантам** | **24** | **12** | **12** |
| 6.1 | Волновые процессы | 4 | 2 | 2 |
| 6.2 | Дисперсия, волновой пакет. Принцип неопределенности для волновых движений | 4 | 2 | 2 |
| 6.3 | Квантовая гипотеза. Комплексный характер детерминистского описания микроявлений | 4 | 2 | 2 |
| 6.4 | Где граница между квантовым и классическим миром? Принцип неопределенности. | 4 | 2 | 2 |
| 6.5 | Гильбертово пространство, измерения, копирование квантового состояния. Спин – специфическая квантовая характеристика. | 4 | 2 | 2 |
| 6.6 | Являются ли квантовые парадоксы парадоксами | 4 | 2 | 2 |
|  | **VII. Равновесные и неравновесные системы. Хаос и самоорганизация** | **52** | **26** | **26** |
| 7.1 | Энтропия. Хаотичен ли настоящий хаос? | 4 | 2 | 2 |
| 7.2 | Стрела времени. Принцип неубывания энтропии | 4 | 2 | 2 |
| 7.3 | Нелинейные колебательные системы. Фазовые портреты. Аттракторы | 4 | 2 | 2 |
| 7.4 | Стационарность и равновесие. Неравновесные системы | 4 | 2 | 2 |
| 7.5 | О теории катастроф | 4 | 2 | 2 |
| 7.6 | Статистическая механика. Флуктуации | 4 | 2 | 2 |
| 7.7 | Что нужно для самоорганизации? | 4 | 2 | 2 |
| 7.8 | Упорядочение через флуктуации | 4 | 2 | 2 |
| 7.9 | Чем идеальный газ отличается от гравитирующих систем? Самоорганизация галактик | 4 | 2 | 2 |
| 7.10 | Жизнь неживой природы. Фрактальная организация самоподдерживающихся структур | 4 | 2 | 2 |
| 7.11 | Некоторые фрактальные множества (Ньютона, Мандельброта и др.) | 4 | 2 | 2 |
| 7.12 | Эволюционная самоорганизация. Обойдемся без бифуркаций? | 4 | 2 | 2 |
| 7.13 | Зачем жизнеспособной системе хаос? Сколько его нужно? | 4 | 2 | 2 |
|  | Итоговое занятие | 4 | 4 | - |
|  | **Итого** | **144** | **80** | **64** |
|  | Массовые мероприятия | 8 | - | 8 |
|  | **Всего** | **152** | **80** | **72** |

**3. Содержание**

***Вводное занятие.***

Что значит нелинейность мира? Вопросы безопасности при выполнении лабораторных исследований.

***I. Пространство и время в классической физике***

***Теоретические сведения.***Предмет и методы физики. Моделирование в физике. Однородность и изотропность пространства и времени. Нет пустого пространства. Вещество и поле — формы существования материи. Изменения в окружающем мире — результат взаимодействий. Различные виды взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие. Понятие движения, его относительность. Система отсчета. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Равноправие инерциальных систем отсчета в классической и современной физике. Конечность скорости распространения сигнала. Галилеево пространство-время. Механический мир Ньютона. Проблемы вычислимости в мире материальных точек и шариков.

***Практический материал.*** Решение задач из раздела «механика».

***II. Поле, кванты, пространство.***

Гамильтонова механика. Фазовое пространство. Взаимодействие полей и создающих их частиц в различных пространствах. Гипотезы: голографическая Вселенная; множественность вселенных.

***Практический материал.*** Работа с компьютерными моделями фазовых траекторий.

***III. Движение в пространстве Минковского.***

Пространство-время Минковского. Конус причинности. Одновременность. Сравнение эталонов длины в различных инерциальных системах отсчета. Парадокс близнецов. Движение Пуанкаре в пространстве Минковского. Инертность и гравитация. Мировая линия. Релятивистская причинность. Вектор энергии – импульса.

***Практический материал.*** Решение задач. Работа с компьютерными моделями.

***IV. Законы сохранения физических величин как проявление симметрии в природе.***

Симметрия, однородность и законы сохранения. Действие. Принцип Мопертюи.

***Практический материал.*** Решение задач. Просмотр и самостоятельное изготовление видеоматериалов о симметрии.

***V. Колебательные процессы в линейных и нелинейных системах.***

Возникновение колебаний. Фазовые портреты колебаний. Гармонические колебания. Затухающие колебания в системах с вязким и сухим трением. Вынужденные колебания. Параметрические колебания. Колебания в нелинейных системах.

***Практический материал.*** Решение задач. Работа с компьютерными моделями колебательных систем. Выполнение лабораторных работ.

***VI. От волн к квантам.***

Волновые процессы. Принцип Гюйгенса – Френеля. Интерференция и дифракция. Дисперсия, волновой пакет. Принцип неопределенности для волновых движений. Квантовая гипотеза. Эксперимент с двумя щелями. Волновые функции. Комплексный характер детерминистского описания микроявлений. Квантовые амплитуда и вероятность. Где граница между квантовым и классическим миром? Принцип неопределенности. Как одна частица одновременно в двух местах побывала (эксперимент с двумя щелями). Гильбертово пространство, измерения, копирование квантового состояния. Спин – специфическая квантовая характеристика. Являются ли квантовые парадоксы парадоксами?

***Практический материал.*** Работа с компьютерными моделями.

***VII. Равновесные и неравновесные системы. Хаос и самоорганизация.***

Энтропия. Хаотичен ли настоящий хаос? Стрела времени. Принцип неубывания энтропии. Нелинейные колебательные системы. Фазовые портреты. Аттракторы. Стационарность и равновесие. Неравновесные системы. Бифуркации в нелинейных системах. О теории катастроф. Каскад бифуркаций как дорога к хаосу. Статистическая механика. Флуктуации. Открытые системы. Энтропия в открытых системах. Что нужно для самоорганизации? Упорядочение через флуктуации. Чем идеальный газ отличается от гравитирующих систем? Самоорганизация галактик. Жизнь неживой природы. Фрактальная организация самоподдерживающихся структур. Некоторые фрактальные множества (Ньютона, Мандельброта и др.). Эволюционная самоорганизация. Обойдемся без бифуркаций? Зачем жизнеспособной системе хаос? Сколько его нужно?

***Практический материал.*** Видеоматериалы, компьютерные модели.

**4.** **Методическое обеспечение**

***4.1. Формы занятий***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | Наименование разделов и тем | **Теория** | **Практика** |
|  | **I. Пространство и время в классической физике** |  |  |
| 11. | Предмет и методы физики. Моделирование в физике. Распределение индивидуальных заданий | Беседа | Консультация |
| 12. | Однородность и изотропность пространства и времени. Нет пустого пространства | Беседа | Семинар |
| 13. | Вещество и поле – формы существования материи. Различные виды взаимодействий | Беседа | Лабораторная работа |
| 14. | Движение, его относительность. Равноправие инерциальных систем отсчета в классической и современной физике | Беседа | Семинар, просмотр видеоматериала |
| 15. | Конечность скорости распространения сигнала.  Галилеево пространство-время. Механический мир Ньютона. Проблемы вычислимости в мире материальных точек и шариков | Беседа | Защита творческих работ |
|  | **II. Поле, кванты, пространство** |  |  |
| 21. | Гамильтонова механика. Фазовое пространство | Беседа | Консультация |
| 22. | Взаимодействие полей и создающих их частиц в различных пространствах | Беседа |  |
| 23. | Гипотезы: голографическая Вселенная; множественность вселенных | Беседа |  |
|  | **III. Движение в пространстве Минковского** |  |  |
| 31. | Пространство-время Минковского | Беседа | Защита творческих работ |
| 32. | Инертность и гравитация. Мировая линия | Беседа |  |
|  | **IV. Законы сохранения физических величин как проявление симметрии в природе** |  |  |
| 41. | Симметрия, однородность и законы сохранения. Действие. Принцип Мопертюи | Беседа | Семинар |
|  | **V. Колебательные процессы в линейных и нелинейных системах** |  |  |
| 51. | Возникновение колебаний. Фазовые портреты колебаний. Гармонические колебания | Беседа | Практическая работа |
| 52. | Затухающие колебания в системах с вязким и сухим трением | Беседа | Лабораторная работа |
| 53. | Вынужденные колебания | Беседа | Практическая работа |
| 54. | Параметрические колебания | Беседа | Консультация |
| 55. | Колебания в нелинейных системах | Беседа | Консультация, просмотр видеоматериала |
|  | **VI. От волн к квантам** |  |  |
| 61. | Волновые процессы | Беседа | Консультация |
| 62. | Дисперсия, волновой пакет. Принцип неопределенности для волновых движений | Беседа | Консультация |
| 63. | Квантовая гипотеза. Комплексный характер детерминистского описания микроявлений | Беседа | Консультация |
| 64. | Где граница между квантовым и классическим миром? Принцип неопределенности | Беседа | Консультация |
| 65. | Гильбертово пространство, измерения, копирование квантового состояния. Спин – специфическая квантовая характеристика | Беседа | Консультация |
| 66. | Являются ли квантовые парадоксы парадоксами | Беседа | Консультация |
|  | **VII. Равновесные и неравновесные системы. Хаос и самоорганизация** |  |  |
| 71. | Энтропия. Хаотичен ли настоящий хаос? | Беседа | Консультация |
| 72. | Стрела времени. Принцип неубывания энтропии | Беседа | Консультация |
| 73. | Нелинейные колебательные системы. Фазовые портреты. Аттракторы | Беседа | Консультация, просмотр видеоматериала |
| 74. | Стационарность и равновесие. Неравновесные системы | Беседа | Консультация |
| 75. | О теории катастроф | Беседа | Обсуждение доклада |
| 76. | Статистическая механика. Флуктуации | Беседа | Консультация |
| 77. | Что нужно для самоорганизации? | Беседа | Обсуждение доклада |
| 78. | Упорядочение через флуктуации | Беседа | Консультация, обсуждение публикаций в научно-популярных изданиях |
| 79. | Чем идеальный газ отличается от гравитирующих систем? Самоорганизация галактик. | Беседа | Консультация |
| 710. | Жизнь неживой природы. Фрактальная организация самоподдерживающихся структур | Беседа | Консультация, просмотр видеоматериала |
| 711. | Некоторые фрактальные множества (Ньютона, Мандельброта и др.) | Беседа | Обсуждение доклада, просмотр видеоматериала |
| 712. | Эволюционная самоорганизация. Обойдемся без бифуркаций? | Беседа | Обсуждение доклада |
| 713. | Зачем жизнеспособной системе хаос? Сколько его нужно? | Беседа | Обсуждение доклада |
|  | VIII. Итоговое занятие |  | Конференция,  турнир |

Предусмотрено проведение массовых мероприятий: встреча «Нелинейного Нового года», экскурсии в музеи и в научно-исследовательские организации.

Поскольку участие в физических турнирах, конференциях и других мероприятиях бывает связано с длительными выездами в другие города России и за ее рубежи, для каждой поездки разрабатывается «Банк свободного времени», в котором планируются учебные и массовые мероприятия: беседы, обсуждения, экскурсии и т.д.

По окончании учебного года учащиеся могут участвовать в экспедиционном выходе по изучению гидрофизических характеристик природных водоемов.

***4.2. Дидактический материал:***

* + конспекты материалов для лекций и бесед;
  + комплект медиаматериалов «Открытая физика» и «Живая физика»;
  + авторские демонстрационные компьютерные модели изучаемых явлений (например, «Фазовые траектории нелинейных маятников», «Фрактальный ковер»);
  + демонстрационные компьютерные модели, подготовленные слушателями ОДО «Нелинейный мир» (например, «Акулы и ставриды», «Игра “Жизнь”»);
  + задания турниров физических боев и турниров «Компьютерная физика», задачи олимпиад и их решения, подготовленные слушателями ОДО «Нелинейный мир»;
  + авторский блок задач, разработанный для турниров физических боев;
  + презентационные материалы по итогам проведенных ранее исследований;
  + описания лабораторных установок, подготовленные автором и слушателями ОДО «Нелинейный мир».

***4.3. Техническое оснащение занятий***

* Занятия проводятся в лаборатории физического практикума. Лаборатория оборудована всем необходимым для безопасного проведения занятий и ежегодно аттестуется в процессе приемки лицея к учебному году;
* лабораторное оборудование включает комплект вузовского физического практикума. Оборудование представлено по группам: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество», «Колебания и волны», «Оптика», «Основы современной физики». Также лаборатория укомплектована комплектом химической посуды (пробирки, мерные стаканы объемом 100 мл, 200 мл, 400 мл, сосуды объемом до 4 л круглого и квадратного сечения, мензурки, штативы, нагреватели пробирок). Для выполнения экспериментальных работ используются только вещества, применяемые в быту: поваренная соль, сода, перманганат калия и т.п.;
* 2 компьютера с возможностью осуществлять мультимедийные презентации и с установленными программными средами для модельных расчетов и подготовки и демонстрации докладов.

**5. Список рекомендуемой литературы**

1. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. М.: Наука, 1990.   
   2. *Воллиман Ньюман*. Профессор Астрокот и его приключения в мире физики.   
   М.: [Манн, Иванов и Фербер](https://www.labirint.ru/pubhouse/833/), 2019.
2. *Гарднер М.* От мозаик Пенроуза к надежным шифрам. М.: Мир, 1993.
3. *Гуменюк А.Д.* Основы электроники, радиотехники и связи. М.: РиС, 2015.
4. *Даль Э.Н.* Электроника для детей. Собираем простые схемы. М., 2017.
5. *Догадин Н.Б.* Основы радиотехники. СПб.: Лань, 2007.
6. *Мощенский Ю.В.* Теоретические основы радиотехники. Сигналы. СПб.: Лань, 2018.
7. *Перельман Я.И.* Занимательная физика. Д.: ВАП, 1994.
8. *Пенроуз Р.* Сон разума. М.: Едиториал УРСС, 2006.
9. *Савенков В.* Введение в электронику. М.: АВП «Инвест», 2010.