

Приложение № 43  
к приказу  
от 09.06.23 № 54/1

ПРИНЯТО  
на заседании кафедры  
математики ФМШ СФУ  
Протокол № 10  
от «2» 06 2023 г.

ПРИНЯТО  
на заседании  
Ученого совета  
ФМШ СФУ  
Протокол № 9  
от «5» 06 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО  
Директор ФМШ СФУ  
Е.А. Енгуразова  
06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ»  
(2023-2024 гг.)**

Разработчики программы:  
Зубров И.Е., аспирант Института математики и фундаментальной  
информатики СФУ

Красноярск 2023

Настоящая рабочая программа разработана на основе: требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования; программы формирования универсальных учебных действий и составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, основной образовательной программой среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Курс «Математическое моделирование в естественных науках» является инвариантным для обучающихся и изучается в 11 классе в объеме 2 часов в неделю, 68 часов в год.

Процесс усвоения математических знаний, которые представлены как хорошо организованная система взаимосвязанных между собой элементов, формирует системность и структурность мышления, а обучение математике должно быть построено так, чтобы демонстрировать возможность универсальности применения приобретенных знаний.

Актуальность курса для обучающихся связана с возможностью расширения и углубления предметных знаний в области естественных наук, таких как физика, математика, химия и т.д., необходимостью систематизации и обобщения получаемых на учебном курсе знаний.

Специфика курса заключается в том, что все занятия ведут преподаватели СФУ, демонстрирующие собой «нешкольный» тип отношений между преподавателем и студентом. В рамках занятий они становятся «собеседниками», разбираясь со сложными вопросами математики, решением сложных задач.

**Цель курса:** развитие у учащихся способности строить простые математические модели, ставить вычислительный эксперимент и анализировать полученные результаты.

**Задачи курса:**

- реализация индивидуализации обучения;
- удовлетворение образовательных потребностей школьников по математике;
- формирование устойчивого интереса учащихся к предмету;
- рассмотрение общих подходов к моделированию естественных процессов;
- изучение конкретных математических моделей;
- развитие умений самостоятельно анализировать задачи;
- формирование и развитие аналитического и логического мышления;
- развитие коммуникативных и общеучебных навыков работы в группе, самостоятельной работы, умений вести дискуссию, аргументировать ответы.

## Образовательные результаты курса

### В результате изучения курса обучающийся должен

#### *Знать:*

- основные методы построения математических моделей;
- некоторые типовые постановки задач и модели им соответствующие.

#### *Уметь:*

- строить простейшие математические модели, описывающие различные естественные процессы;
- ставить вычислительный эксперимент;
- анализировать результаты, полученные в ходе вычислительного эксперимента.

### Личностные результаты включают в себя:

#### *в сфере гражданского воспитания:*

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных национальных, общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- представление о видах идентичности, актуальных для становления человечества и общества, для жизни в современном поликультурном мире;
- готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением; готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

#### *в сфере патриотического воспитания:*

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свою страну, свой край, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;
- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, технологиях, труде;

#### *в сфере духовно-нравственного развития:*

- сформированность нравственного сознания, этического поведения, способность оценивать ситуации нравственного выбора и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные ценности и нормы современного российского общества;
- понимание значения личного вклада в построение устойчивого будущего;
- ответственное отношение к своим родителям, представителям старших поколений, осознание значения создания семьи на основе принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России;
- освоение гуманистических традиций и ценностей, уважение к личности, правам и свободам человека, культурам разных народов;

#### *в сфере эстетического воспитания:*

- представление об исторически сложившемся культурном многообразии своей страны и мира;
- эстетическое отношение к миру, современной культуре, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, трудовых, общественных отношений;

#### *в сфере физического воспитания:*

- осознание ценности жизни и необходимости ее сохранения;
- представление об идеалах гармоничного физического и духовного развития человека в исторических обществах и в современную эпоху;

#### *в сфере трудового воспитания:*

- понимание значения трудовой деятельности как источника развития человека и общества;
- уважение к труду и результатам трудовой деятельности человека;
- формирование интереса к различным сферам профессиональной деятельности;
- мотивация и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

*в понимании ценности научного познания:*

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития исторической науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;
- осмысление значения истории как знания о развитии человека и общества, о социальном и нравственном опыте предшествующих поколений;
- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;
- овладение основными навыками познания и оценки событий прошлого с позиций историзма, готовность к осуществлению учебной проектно-исследовательской деятельности в сфере истории;
- приобщение к истокам культурно-исторического наследия человечества, интерес к его познанию за рамками учебного курса и школьного обучения.

Работа на программе способствует также развитию *эмоционального интеллекта* школьников, в том числе *самосознания* (включая способность осознавать роль эмоций в отношениях между людьми); *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; *эмпатии* (способность понимать другого человека, оказавшегося в определенных обстоятельствах); *социальных навыков* (способность выстраивать конструктивные отношения с другими людьми, регулировать способ выражения своих суждений и эмоций с учетом позиций и мнений других участников общения).

**Метапредметные результаты включают в себя следующие умения:**

**1) в сфере универсальных учебных познавательных действий:**

*владение базовыми логическими действиями:*

- формулировать проблему, вопрос, требующий решения;
- устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерные черты и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

*владение базовыми исследовательскими действиями:*

- определять познавательную задачу; намечать путь ее решения и осуществлять подбор материала, объекта;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять характерные признаки явлений;
- раскрывать причинно-следственные связи; сравнивать события, ситуации, определяя основания для сравнения, выявляя общие черты и различия;
- формулировать и обосновывать выводы; соотносить полученный результат с имеющимся знаниями;
- определять новизну и обоснованность полученного результата;

- представлять результаты своей деятельности в различных формах (сообщение, эссе, презентация, реферат, учебный проект и другие);
- объяснять сферу применения и значение проведенного учебного исследования в современном общественном контексте;

*работа с информацией:*

- осуществлять анализ учебной и внеучебной информации (учебники, источники, научно-популярная литература, интернет-ресурсы и другие);
- извлекать, сопоставлять, систематизировать и интерпретировать информацию;
- различать виды источников информации;
- высказывать суждение о достоверности и значении информации источника (по предложенным или самостоятельно сформулированным критериям);
- рассматривать комплексы источников, выявляя совпадения и различия их свидетельств;
- использовать средства современных информационных и коммуникационных технологий с соблюдением правовых и этических норм, требований информационной безопасности;
- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

**2) в сфере универсальных коммуникативных действий:**

*общение:*

- представлять особенности взаимодействия людей в современном мире;
- излагать и аргументировать свою точку зрения в устном высказывании, письменном тексте;
- владеть способами общения и конструктивного взаимодействия, в том числе межкультурного, в школе и социальном окружении;
- аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

*осуществление совместной деятельности:*

- осознавать значение совместной деятельности людей как эффективного средства достижения поставленных целей;
- планировать и осуществлять совместную работу, коллективные учебные проекты, в том числе на региональном материале;
- определять свое участие в общей работе и координировать свои действия с другими членами команды;
- проявлять творчество и инициативу в индивидуальной и командной работе;
- оценивать полученные результаты и свой вклад в общую работу;

**3) в сфере универсальных регулятивных действий:**

*владение приемами самоорганизации своей учебной и общественной работы:*

- выявлять проблему, задачи, требующие решения;
- составлять план действий, определять способ решения, последовательно реализовывать намеченный план действий и другие;

*владение приемами самоконтроля:*

- осуществлять самоконтроль, рефлекссию и самооценку полученных результатов;
- вносить коррективы в свою работу с учетом установленных ошибок, возникших трудностей;

*принятие себя и других:*

- осознавать свои достижения и слабые стороны в учении, школьном и внешкольном общении, сотрудничестве со сверстниками и людьми старших поколений;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать свое право и право других на ошибку;
- вносить конструктивные предложения для совместного решения учебных задач, проблем.

## Принципы формирования содержания курса и организации учебного процесса

Разделы и темы курса подобраны с учетом содержания школьного курса математики, физики и информатики, чтобы учащиеся имели возможность рассмотреть наиболее типичные модели, описывающие процессы из различных областей естественных наук, в частности, химии, физики, биологии и т.д.

Предполагается смешанная форма занятий, включающая в себя краткий обзор и повторение изученного материала, рассмотрение наиболее типичных математических моделей в форме лекции и самостоятельную работу. Также часть времени на занятии предполагается уделять вопросам истории математики, занимательным фактам в математике и другому дополнительному материалу, способному расширить математический кругозор учащихся.

## Содержание курса

### Модуль 1. Клеточные автоматы – 10 часов

Простейшие клеточные автоматы. Клеточный автомат «Жизнь». Клеточный автомат «Лабиринт». Клеточный автомат «Диамёба».

### Модуль 2. Метод Монте-Карло и модели, описывающие случайные процессы – 8 часов

Простейшие задачи, решаемые Методом Монте-Карло. Равномерное распределение. Нормальное распределение.

### Модуль 3. Простейшие физические модели – 16 часов

Модели, описывающие кинематические процессы. Модели, описывающие динамические процессы. Простейшие дифференциальные уравнения.

### Модуль 4. Модели, описывающие биологические и химические процессы – 12 часов

Химическая кинетика. Модель Лотки-Вольтерры. Модификации модели Лотки-Вольтерры. Реакция Белоусова-Жаботинского.

### Модуль 5. Модели развития эпидемий – 8 часов

Модель SIR. Модель SEIR. Модель SIS. Модель SIRS.

### Модуль 6. Моделирование биологических и эволюционных процессов – 14 часов

Модель «хищник-жертва». Модификации модели «хищник-жертва». Моделирование конкурирующих популяций. Моделирование эволюции в популяциях. Моделирование частиц.

## Тематическое планирование курса

№ п/п	Раздел	Кол-во часов
	<b>Модуль 1. Клеточные автоматы</b>	<b>10</b>
1	Простейшие клеточные автоматы	2
2	Клеточный автомат «Жизнь»	4
3	Клеточный автомат «Лабиринт»	2
4	Клеточный автомат «Диамёба»	2
	<b>Модуль 2. Метод Монте-Карло и модели, описывающие случайные процессы</b>	<b>8</b>
1	Простейшие задачи, решаемые Методом Монте-Карло	4
2	Равномерное распределение	2
3	Нормальное распределение	2

	<b>Модуль 3. Простейшие физические модели</b>	<b>16</b>
1	Модели, описывающие кинематические процессы	8
2	Модели, описывающие динамические процессы	6
3	Простейшие дифференциальные уравнения.	2
	<b>Модуль 4. Модели, описывающие биологические и химические процессы</b>	<b>12</b>
1	Химическая кинетика	2
2	Модель Лотки-Вольтерры	2
3	Модификации модели Лотки-Вольтерры	4
4	Реакция Белоусова-Жаботинского	4
	<b>Модуль 5. Модели развития эпидемий</b>	<b>8</b>
1	Модель SIR	2
2	Модель SEIR	2
3	Модель SIS	2
4	Модель SIRS	2
	<b>Модуль 6. Моделирование биологических и эволюционных процессов</b>	<b>14</b>
1	Модель «хищник-жертва»	2
2	Модификации модели «хищник-жертва»	2
3	Моделирование конкурирующих популяций	2
4	Моделирование эволюции в популяциях	6
5	Моделирование частиц	2
	<b>Всего</b>	<b>68</b>

### Формы контроля

Текущий контроль связан с оценкой участия школьников в содержательном обсуждении темы, задаваемых вопросов, обоснованных ответов (решений задач).

Итоговый контроль – устное собеседование по изученным темам с объяснением решения предложенных задач.

### Учебно-методический комплекс

1. Зализняк В.Е., Золотов О. А. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие для среднего профессионального образования. // М.: Юрайт, 2023. – 133с.
2. Хакимзянов Г.С., Чубаров Л. Б., Воронина П. В.. Математическое моделирование. - Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. – 263с.
3. Звонарев С. В. Основы математического моделирования // Екатеринбург.: Издательство Уральского университета, 2019. – 112с.
4. Ашихмин В. Н., Гитман М. Б. и др. Введение в математическое моделирование // М.: Логос, 2005. – 440с.