

Рабочая программа

учебного курса «Компьютерное моделирование»

для обучающихся 10-11 классов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа учебного курса «Компьютерное моделирование» предназначена для обучающихся 10–11 классов и реализуется в части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа разработана с учётом требований ФГОС среднего общего образования, федеральной рабочей программы воспитания и основной образовательной программы среднего общего образования лица.

Содержание курса развивает тематические линии учебного предмета «Информатика» базового и углублённого уровней, связанные с моделями и моделированием, формализацией прикладных задач, компьютерно-математическим моделированием, анализом данных, графами, численными методами, вероятностными моделями и вычислительным экспериментом.

Цель курса — формирование у обучающихся системного представления о компьютерном моделировании как методе исследования объектов, процессов и систем, а также практических навыков построения, реализации, проверки и исследования моделей средствами электронных таблиц и Python.

Основные задачи курса: освоить понятия модели, формализации, параметров и адекватности; научить выполнять этапы компьютерного моделирования; сформировать умения строить табличные, графические и математические модели; освоить вычислительный эксперимент и анализ результатов; познакомить с имитационным моделированием, методом Монте-Карло, прогнозированием, оптимизацией, графовыми и динамическими моделями; развить исследовательские и проектные навыки.

Общий объём программы — 68 часов. В 10 классе в 2025–2026 учебном году изучается 34 часа; в 11 классе в 2026–2027 учебном году — 34 часа. Недельная нагрузка составляет 1 час в неделю в каждом классе. Последовательность тем обеспечивает переход от базовых методов построения и исследования моделей к вероятностным, динамическим, оптимизационным и комплексным моделям.

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 КЛАСС

Основы компьютерного моделирования

Модель как средство познания. Материальные и информационные модели. Цели моделирования. Существенные свойства объекта. Формализация, параметры и ограничения модели. Этапы компьютерного моделирования: постановка задачи, разработка модели, реализация, тестирование, компьютерный эксперимент, анализ результатов. Адекватность модели и область применимости.

Табличные и графические модели

Табличное представление данных. Параметры и формулы. Абсолютные и относительные ссылки. Визуализация результатов: диаграммы и графики. Исследование зависимости результата от параметров. Подбор параметра и анализ сценариев.

Использование электронных таблиц для построения и исследования расчётных моделей. Встроенные функции, смешанная адресация, подбор параметра, сценарный анализ и таблицы подстановки. Исследование чувствительности результата к изменению параметров. Сравнение нескольких сценариев и интерпретация графических зависимостей.

Математические модели и вычислительный эксперимент

Построение простого математического описания процесса. Дискретизация. Реализация вычислительной модели на Python. Серия вычислительных экспериментов. Изменение параметров, сравнение сценариев, фиксация результатов. Погрешность, устойчивость и ограничения модели. Интерпретация результатов. Численное решение уравнений методом перебора и половинного деления. Приближённое вычисление площадей методами прямоугольников и трапеций. Анализ шага дискретизации и вычислительной погрешности.

Учебный проект

Выбор объекта или процесса. Постановка задачи. Разработка модели. Реализация средствами электронных таблиц или Python. Проведение эксперимента. Визуализация и анализ результатов. Оценка адекватности. Подготовка и защита проекта. Планирование серии вычислительных экспериментов, анализ чувствительности, оценка ограничений и подготовка краткого исследовательского отчёта.

11 КЛАСС

Вероятностное и имитационное моделирование

Случайные события и генерация случайных чисел. Имитационная модель. Статистический эксперимент. Метод Монте-Карло. Моделирование случайного процесса на Python. Количество испытаний, устойчивость оценки и анализ погрешности. Частота события и оценка вероятности. Оценивание величин методом случайных испытаний. Повторяемость, вариативность и устойчивость имитационной модели.

Прогнозирование и оптимизация

Временные ряды и линия тренда. Построение простого прогноза. Ограничения прогнозной модели. Оптимизация как поиск наилучшего решения при заданных условиях. Целевая функция и ограничения. Поиск решения средствами электронных таблиц и программирования. Сглаживание данных. Ограничения экстраполяции. Переменные решения и ограничения оптимизационной задачи. Перебор допустимых вариантов и анализ чувствительности оптимального решения.

Модели систем, сетей и процессов

Граф как модель сети. Вершины, рёбра, веса. Маршруты и поиск оптимального пути. Моделирование потоков и процессов. Простая динамическая модель системы. Параметры состояния, шаг моделирования, обратная связь. Сравнение сценариев и анализ поведения системы. Матрица и список смежности. Поиск кратчайшего пути. Модели транспортных и коммуникационных сетей. Итерационные динамические модели, обратная связь и устойчивость.

Итоговый исследовательский проект

Выбор проблемы и типа модели. Формулирование гипотезы. Определение исходных данных, параметров и критериев. Реализация и тестирование модели. Компьютерный эксперимент. Анализ данных, визуализация, выводы. Оценка ограничений и адекватности. Защита исследования. Анализ чувствительности и погрешности,

сравнение сценариев, оценка адекватности и ограничений. Подготовка визуализации и защита исследовательского проекта.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО КУРСА

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты отражают готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе освоения учебного курса.

1) гражданского воспитания: соблюдение правовых и этических норм цифровой деятельности, ответственное отношение к результатам применения информационных технологий и технических систем;

2) патриотического воспитания: ценностное отношение к достижениям отечественной науки, инженерии и цифровых технологий, понимание их значения для технологического развития страны в контексте курса «Компьютерное моделирование»;

3) духовно-нравственного воспитания: готовность оценивать последствия собственных решений, уважать интеллектуальный труд, авторство, права и безопасность других людей;

4) эстетического воспитания: эстетическое отношение к научному и техническому творчеству, стремление к ясному, точному и качественному представлению результатов работы;

5) физического воспитания: ответственное отношение к здоровью и соблюдению требований безопасной эксплуатации компьютерной и иной используемой техники;

6) трудового воспитания: интерес к практической деятельности технологической направленности, готовность планировать и самостоятельно выполнять работу, знакомство с соответствующими профессиональными сферами;

7) экологического воспитания: понимание необходимости рационального использования технических и вычислительных ресурсов, оценки экологических и социальных последствий технологических решений;

8) ценности научного познания: готовность к исследовательской и проектной деятельности, критической проверке данных и результатов, использованию доказательного подхода и научной аргументации.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия: самостоятельно формулировать и актуализировать проблему; устанавливать основания для сравнения, классификации и обобщения; выявлять причинно-следственные связи;

определять критерии достижения результата; выбирать и аргументировать способ решения задачи.

Базовые исследовательские действия: ставить вопросы и выдвигать гипотезы; планировать исследование или эксперимент; оценивать применимость и достоверность данных; анализировать результаты; формулировать выводы и прогнозировать изменение результата при изменении условий.

Работа с информацией: осуществлять поиск, отбор, анализ, систематизацию и интерпретацию информации; оценивать её достоверность и легитимность; выбирать форму представления данных; использовать цифровые средства с соблюдением требований безопасности и этики.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение: аргументированно излагать позицию, использовать профессиональную терминологию, представлять результаты учебной, исследовательской и проектной деятельности в устной, письменной и цифровой формах.

Совместная деятельность: понимать преимущества индивидуальной и командной работы; распределять роли; согласовывать действия; оценивать вклад участников; осуществлять взаимный контроль и представлять общий результат.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация: самостоятельно ставить задачи, составлять план решения, учитывать имеющиеся ресурсы и ограничения, корректировать план по мере получения новых данных.

Самоконтроль: выполнять проверку результата, выявлять ошибки и риски, вносить коррективы, оценивать соответствие результата поставленной цели и критериям качества.

Принятие себя и других: признавать право на ошибку, конструктивно воспринимать обратную связь, учитывать аргументы других участников совместной деятельности.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу обучения в 10 классе обучающийся научится:

объяснять понятия «модель», «моделирование», «формализация», «компьютерный эксперимент», «адекватность модели»;

различать основные виды информационных и компьютерных моделей, определять цель моделирования;

выделять существенные свойства объекта, задавать параметры, ограничения и критерии результата;

описать и применять основные этапы компьютерного моделирования; строить табличные, графические и простые математические модели;

реализовывать расчётные модели в электронных таблицах и простые вычислительные модели на Python;

изменять параметры модели, проводить серию компьютерных экспериментов и анализировать результаты;

оценивать адекватность и область применимости модели, представлять результаты в наглядной форме.

К концу обучения в 11 классе обучающийся научится:

использовать случайные числа для построения имитационных и вероятностных моделей;

объяснять основную идею метода Монте-Карло и исследовать зависимость точности от числа испытаний;

строить простые модели прогнозирования по данным и критически оценивать ограничения прогноза;

формулировать простую задачу оптимизации, выделять целевую функцию и ограничения;

применять графовые модели для описания сетей и поиска маршрутов;

строить простую динамическую модель системы и исследовать её поведение при изменении параметров;

планировать и выполнять вычислительный эксперимент, систематизировать и визуализировать результаты;

разрабатывать, тестировать и защищать собственную компьютерную модель в рамках исследовательского проекта.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. Основы компьютерного моделирования					
1.1	Модели, цели и формализация	4		3	Электронные таблицы; Python; материалы учителя
1.2	Этапы компьютерного моделирования, тестирование и адекватность	4		3	Электронные таблицы; Python; материалы учителя
Итого по разделу		8			
Раздел 2. Табличные и графические модели					
2.1	Расчётная табличная модель	6		6	Электронные таблицы; материалы учителя
2.2	Визуализация, подбор параметров и сценарный анализ	4	1	3	Электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		10			
Раздел 3. Математические модели и вычислительный эксперимент					
3.1	Математическое описание, дискретизация и численные методы	4		3	Python; электронные таблицы; материалы учителя
3.2	Реализация на Python, вычислительный эксперимент и анализ погрешности	6	1	5	Python; материалы учителя
Итого по разделу		10			
Раздел 4. Учебный проект					
4.1	Разработка, эксперимент, анализ, визуализация и защита модели	6	1	5	Python; электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		6			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	3	25	

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. Вероятностное и имитационное моделирование					
1.1	Случайные числа, статистический и имитационный эксперимент	4		4	Python; электронные таблицы; материалы учителя
1.2	Метод Монте-Карло, устойчивость и анализ погрешности	6	1	5	Python; электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		10			
Раздел 2. Прогнозирование и оптимизация					
2.1	Прогнозирование по данным и оценка ограничений	4		3	Python; электронные таблицы; материалы учителя
2.2	Оптимизационные модели и анализ чувствительности	4	1	4	Python; электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		8			
Раздел 3. Модели систем, сетей и процессов					
3.1	Графовые и сетевые модели. Маршруты и кратчайшие пути	4		4	Python; материалы учителя
3.2	Динамические модели, обратная связь и устойчивость	4		3	Python; электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		8			
Раздел 4. Итоговый исследовательский проект					
4.1	Разработка, эксперимент, анализ чувствительности и защита	8	1	7	Python; электронные таблицы; материалы учителя
Итого по разделу		8			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	3	30	

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
10 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
1	Модель как способ изучения объекта. Виды моделей	1				Электронные таблицы; Python; материалы учителя
2	Цели моделирования. Существенные свойства объекта	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
3	Классификация информационных и компьютерных моделей	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
4	Формализация. Входные данные, параметры и ограничения	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
5	Этапы компьютерного моделирования	1				Электронные таблицы; Python; материалы учителя
6	Адекватность модели и область применимости	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
7	Тестирование модели на простых и предельных случаях	1		1		Электронные таблицы; Python;

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
						материалы учителя
8	Постановка задачи и создание простой компьютерной модели	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
9	Табличная модель. Данные, параметры и формулы	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
10	Абсолютные, относительные и смешанные ссылки	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
11	Встроенные функции в расчётной модели	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
12	Графики и диаграммы как средство исследования модели	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
13	Параметрический анализ модели	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
14	Подбор параметра в электронной таблице	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
15	Сценарный анализ и таблицы подстановки	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
16	Чувствительность результата к изменению параметров	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
17	Сравнение нескольких сценариев	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
18	Контрольная работа по табличным и графическим моделям	1	1			Электронные таблицы; Python; материалы учителя
19	Математическая модель процесса. Переход от описания к формуле	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
20	Дискретизация процесса. Пошаговое вычисление	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
21	Реализация вычислительной модели на Python	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
22	Моделирование движения и изменения	1		1		Электронные

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
	величин					таблицы; Python; материалы учителя
23	Численное решение уравнения методом перебора	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
24	Метод половинного деления	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
25	Приближённое вычисление площади методом прямоугольников	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
26	Метод трапеций. Сравнение точности	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
27	Вычислительная погрешность и влияние шага	1				Электронные таблицы; Python; материалы учителя
28	Контрольная работа по математическим моделям	1	1			Электронные таблицы; Python; материалы учителя
29	Учебный проект: постановка задачи и гипотеза	1		1		Электронные таблицы; Python;

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
						материалы учителя
30	Учебный проект: выбор модели и среды реализации	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
31	Учебный проект: программная реализация и тестирование	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
32	Учебный проект: серия вычислительных экспериментов	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
33	Учебный проект: визуализация, анализ и выводы	1		1		Электронные таблицы; Python; материалы учителя
34	Защита проектов. Оценка адекватности и ограничений модели	1	1			Электронные таблицы; Python; материалы учителя

11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
1	Случайные события и случайные числа в компьютерной модели	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
2	Генерация случайных чисел в электронных таблицах и Python	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
3	Статистический эксперимент. Частота события	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
4	Имитационное моделирование случайного процесса	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
5	Метод Монте-Карло: основная идея и области применения	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
6	Оценивание площади методом Монте-Карло	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
7	Моделирование вероятностного процесса на Python	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
8	Число испытаний и устойчивость результата	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
9	Оценка вариативности и погрешности	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
10	Контрольная работа по вероятностному и имитационному моделированию	1	1			Python; электронные таблицы; материалы учителя
11	Временной ряд и динамика показателя	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
12	Сглаживание данных и выделение тенденции	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
13	Линия тренда и простой прогноз	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
14	Ограничения прогноза и опасность экстраполяции	1				Python; электронные таблицы; материалы учителя
15	Оптимизационная модель: целевая функция	1		1		Python; электронные

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
	и ограничения					таблицы; материалы учителя
16	Перебор допустимых решений	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
17	Оптимизация в электронной таблице или Python	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
18	Контрольная работа по прогнозированию и оптимизации	1	1			Python; электронные таблицы; материалы учителя
19	Граф как модель сети. Вершины, рёбра, веса	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
20	Матрица и список смежности	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
21	Маршруты в графе. Вес пути	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
22	Поиск кратчайшего пути	1		1		Python; электронные таблицы; материалы

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
						учителя
23	Модель транспортной или коммуникационной сети	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
24	Динамическая модель системы. Итерационный расчёт	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
25	Обратная связь и устойчивость динамической модели	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
26	Параметрическое исследование поведения системы	1				Python; электронные таблицы; материалы учителя
27	Итоговый проект: постановка исследовательской проблемы	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
28	Итоговый проект: формулирование гипотезы и критериев	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
29	Итоговый проект: выбор данных и параметров	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практиче ские работы		
30	Итоговый проект: программная реализация модели	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
31	Итоговый проект: серия вычислительных экспериментов	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
32	Итоговый проект: анализ чувствительности и погрешности	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
33	Итоговый проект: визуализация и подготовка выводов	1		1		Python; электронные таблицы; материалы учителя
34	Защита итоговых исследовательских проектов	1	1			Python; электронные таблицы; материалы учителя

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА **10 КЛАСС**

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения учебного курса
1	По теме «Основы моделирования»
1.1	Объяснять назначение моделирования и различать виды моделей.
1.2	Формулировать цель, выделять существенные параметры и выполнять формализацию задачи.
1.3	Описывать этапы компьютерного моделирования и оценивать адекватность результата.
2	По теме «Табличные и графические модели»
2.1	Создавать расчётную модель в электронной таблице с формулами и параметрами.
2.2	Строить графики и диаграммы, исследовать влияние изменения параметров.
3	По теме «Математические модели и эксперимент»
3.1	Строить простое математическое описание объекта или процесса.
3.2	Реализовывать простую вычислительную модель на Python.
3.3	Проводить серию экспериментов и интерпретировать результаты.
4	По теме «Проект»
4.1	Разработать модель прикладной задачи, провести эксперимент, оценить адекватность и защитить результаты.

11 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения учебного курса
1	По теме «Имитационное моделирование»
1.1	Строить простую вероятностную или имитационную модель с использованием случайных чисел.
1.2	Применять идею метода Монте-Карло и оценивать устойчивость результата.
2	По теме «Прогнозирование и оптимизация»
2.1	Строить простой прогноз по данным и оценивать его ограничения.
2.2	Формулировать целевую функцию и ограничения простой оптимизационной задачи.
3	По теме «Модели систем и сетей»
3.1	Использовать графы для описания сетей и поиска маршрутов.
3.2	Строить простую динамическую модель системы и исследовать влияние параметров.
4	По теме «Исследовательский проект»
4.1	Формулировать гипотезу, реализовывать модель, проводить эксперимент, анализировать данные и защищать исследование.

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

10 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Основы моделирования
1.1	Модель, моделирование, цель моделирования, формализация, параметры и ограничения.
1.2	Этапы компьютерного моделирования. Адекватность и область применимости модели.
2	Табличные и графические модели
2.1	Расчётная таблица, формулы, абсолютные и относительные ссылки.
2.2	Графики и диаграммы. Подбор параметра и сценарный анализ.
3	Математические модели
3.1	Математическое описание процесса, дискретизация, вычислительная модель на Python.
3.2	Компьютерный эксперимент, погрешность, устойчивость и анализ результатов.
4	Проектная деятельность
4.1	Постановка задачи, разработка модели, реализация, эксперимент, визуализация, выводы и оценка адекватности.

11 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Вероятностные и имитационные модели
1.1	Случайные события и случайные числа. Имитационный эксперимент.
1.2	Метод Монте-Карло. Число испытаний и погрешность результата.
2	Прогнозирование и оптимизация
2.1	Временной ряд, линия тренда, простой прогноз и его ограничения.
2.2	Целевая функция, ограничения, поиск оптимального решения.
3	Системы и сети
3.1	Граф, вершины, рёбра, веса, маршруты и оптимальный путь.
3.2	Динамическая модель системы, параметры состояния, шаг моделирования, обратная связь.
4	Исследовательский проект
4.1	Гипотеза, параметры, критерии, реализация, тестирование, вычислительный эксперимент, анализ и защита.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА

- Электронный практикум учебного курса «Компьютерное моделирование», подготовленный учителем.
- Рабочие материалы для построения моделей в электронных таблицах и Python, шаблоны протокола вычислительного эксперимента и проектные карты.
- Материалы обязательного учебного предмета «Информатика» 10–11 классов по темам моделирования, анализа данных и программирования.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

- Методические материалы по организации компьютерного эксперимента и проектной деятельности.
- Материалы по работе с электронными таблицами, Python, графовыми, вероятностными и имитационными моделями.
- Задания для исследовательских мини-проектов и критерии оценки адекватности модели.

ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

- Библиотека ЦОК — <https://m.edsoo.ru/>
- Python — <https://www.python.org/>
- Документация Python — <https://docs.python.org/3/>
- LibreOffice — <https://www.libreoffice.org/>