

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д-р физ.-мат. наук, профессор,
член-корреспондент РАН

И.Н. Кудрявцев
« 06 » октября 2020 г.

**Дополнительная профессиональная
программа повышения квалификации**

**«Методика преподавания курса «Моделирование физических процессов
на интерпретируемых языках программирования» для учащихся 10
класса»**

УГСН 01.00.00 Математика и механика

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

ОКВЭД – Образование

85.41 Образование дополнительное детей и взрослых

Москва 2020

Раздел 1. Общая характеристика программы

1.1. Цель реализации программы

Целью реализации программы является совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области методики преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования» для учащихся 10 (ИТ) классов.

1.2. Совершенствуемые и/или формируемые компетенции

Компетенции, формируемые и совершенствуемые в результате обучения, представлены в таблице 1.

таблица 1

№ п/п	Компетенция	Направление подготовки: «Прикладная математика и информатика» код: 01.03.02
		Квалификация: бакалавриат
		Код компетенции
1.	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК 1

1.3. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

таблица 2

№ п/п	Уметь - знать	Прикладная математика и информатика код: 01.03.02
		Квалификация: бакалавриат
		Код компетенции
1	Знать: 1. Основы языка Python, программирование моделей с помощью картинок и анимаций. 2. Вычислительные модели и методы численного моделирования. 3. Основы моделирования физических явлений и систем.	ОПК-1

	4. Алгоритм программирования модели физического процесса. Уметь: Программировать модель физического процесса.	
2	Знать: 1. Особенности методики преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». 2. Алгоритм составления заданий для индивидуальной работы обучающихся ИТ-классов и проведения текущего контроля по курсу «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». Уметь: Составлять задания для индивидуальной работы обучающихся ИТ-классов и проведения текущего контроля по курсу «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования».	ОПК-1

1.4 Категории обучающихся

Уровень образования – ВО, область профессиональной деятельности – обучение информатике в ИТ-классах на уровне среднего общего образования.

1.5 Форма обучения

Очная (с применением дистанционных образовательных технологий).

1.6 Трудоемкость программы

18 академических часов.

1.7 Режим обучения

1 неделя (18 часов в неделю).

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

Учебный (тематический) план программы представлен в таблице 3.

таблица 3

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятий, учебные работы			Внеаудит. работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Всего ауд., час	Лекции	Практ. занятия	с/р		
1	Моделирование	7	5	2	3		10

	физических процессов на интерпретируемых языках программирования						
1.1	Основы языка Python, программирование моделей с помощью картинок и анимаций	1	1				1
1.2	Вычислительные модели и методы численного моделирования	2	2				2
1.3	Моделирование физических явлений и систем	4	2	2	3	Практическое задание №1.	7
2	Методика преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования»	4	4		2		6
2.1	Структура и особенности курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования» для 10 класса	1	1				1
2.2	Особенности организации групповой и индивидуальной работы обучающихся во время учебных занятий	1	1		1	Практическое задание № 2.	2
2.3	Особенности организации текущего и промежуточного контроля	1	1		1	Практическое задание № 3.	2
2.4	Программное обеспечение и оборудование компьютерного класса	1	1				1

	Итоговая аттестация	2		2		Зачет на основании совокупности выполненных работ и результатов итогового тестирования	2
	Итого:	13	9	4	5		18

2.2. Учебная программа

Содержание учебной программы приведено в таблице 4.

таблица 4

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Раздел 1 Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования		
Тема 1.1 Основы языка Python, программирование моделей с помощью картинок и анимаций	<i>Лекция (1 час)</i>	Установка Python. Введение в Python: типы данных, ввод и вывод данных, арифметические операции, условия и циклы, списки. Моделирование как метод научного познания, примеры моделей. Построение простейших графических моделей на Python. Модели с использованием времени, измерение времени работы элементов программы с помощью библиотек time и timeit. Работа с функциями и классами. Классы для моделей физических объектов, подключение и использование модулей в Python.
Тема 1.2 Вычислительные модели и методы численного моделирования	<i>Лекция (2 час)</i>	Дискретизация и погрешности в численном моделировании. Анализ особенностей пиксельных изображений, границы объектов. Систематические и случайные погрешности. Погрешности метода, задачи и округления. Сравнение точности численного и аналитического решения, выбор оптимальных параметров моделирования.
Тема 1.3 Моделирование физических явлений и систем	<i>Лекция (2 часа)</i>	Виды уравнений физических систем и методы их решения. Законы сохранения и инварианты для моделирования. Библиотека NumPy: Одномерные массивы. Многомерные массивы. Методы и операции над массивами. Манипуляции с элементами массива. Молекулярная

		динамика. Использование библиотеки matplotlib. Алгоритм программирования модели физического процесса
	<i>Практическое занятие (2 часа)</i>	Моделирование механических систем, оптических систем, идеального газа.
	<i>Самостоятельная работа (3 час.)</i>	Практическое задание 1. Моделирование физических явлений и систем
Раздел 2 Методика преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования»		
Тема 2.1. Структура и особенности курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования» для 10 класса	<i>Лекция (1 час)</i>	Цели и задачи курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». Особенности методики преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования» для ИТ-класса. Основные понятия, закономерности, технологии, рассматриваемые в курсе. Формируемые компетенции школьников. Декомпозиция результатов обучения. Входные требования к обучению по программе «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». Проведение диагностики готовности обучающихся к освоению курса, организация входного тестирования. Последовательность тем изучения курса. Взаимосвязь тем курса между собой. Типы учебных занятий, предусмотренные программой курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». Характеристика типов уроков. Определение типа урока в зависимости от его целевой установки. Структура уроков различного типа. Последовательность этапов урока и тайминг.
Тема 2.2. Особенности организации групповой и индивидуальной работы обучающихся во время учебных занятий	<i>Лекция (1 час)</i>	Роль групповой и индивидуальной работы в формировании компетенций учащихся. Виды заданий для организации групповой работы в классе. Виды индивидуальных заданий для учащихся. Уровневые задания различной сложности. Проектная деятельность учащихся: особенности организации.

		Виды заданий для организации групповой и индивидуальной самостоятельной работы учащихся. Оценка эффективности самостоятельной работы учащихся. Алгоритм составления заданий для индивидуальной работы обучающихся ИТ-классов и проведения текущего контроля по курсу «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования».
	<i>Самостоятельная работа (1 час.)</i>	Практическое задание 2. Составление задания для индивидуальной работы обучающихся по теме «Моделирование физических процессов и систем»
Тема 2.3 Особенности организации текущего и промежуточного контроля	<i>Лекция (1 час)</i>	Виды контроля в учебном процессе. Приемы организации текущего контроля на уроке. Средства контроля. Типы тестов. Тестовые задания закрытого и открытого типов. Тестовые задания со множественным выбором и тестовые задания с выбором одного правильного ответа. Тестовые задания с альтернативным выбором, тестовые задания с установлением соответствия, тестовые задания с установлением последовательности. Решение задач. Задания в виде ноутбука. Определение критериев оценивания.
	<i>Самостоятельная работа (1 час.)</i>	Практическое задание 3. Разработка заданий для проведения текущего контроля по одной из тем курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования»
Тема 2.4 Программное обеспечение и оборудование компьютерного класса	<i>Лекция (1 час)</i>	Характеристика материально-технической базы, необходимой для реализации образовательного процесса по курсу «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования». Программное обеспечение курса.
Итоговая аттестация	<i>(2 час.)</i>	Итоговое тестирование Зачет на основании совокупности выполненных работ и результатов тестирования

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

3.1. Форма аттестации

Итоговая аттестация по программе является обязательной. Итоговая аттестация осуществляется на основании совокупности работ, выполненных на положительную оценку.

Форма итоговой аттестации: зачет на основании совокупности выполненных работ и результатов тестирования.

Критерии оценивания:

- выполнение / не выполнение тестирования не менее, чем на 75%;
- выполнение / не выполнение практических заданий, предусмотренных программой.

таблица 5

Наименование модуля, разделов и тем	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<i>Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования</i>	ОПК-1	Тест Практическое задание 1
<i>Методика преподавания курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования»</i>	ОПК-1	Практическое задание 2 Практическое задание 3

Оценивание

таблица 6

Критерий	Соответствует	Не соответствует
выполнение / не выполнение тестирования не менее, чем на 75%	1 балл	0 баллов
выполнение / не выполнение практических заданий, предусмотренных программой	1 балл	0 баллов

Оценивание проводится преподавателем на основе представленных критериев и шкалы оценки.

Зачет выставляется слушателю, если по результатам оценивания слушатель получает 2 балла.

3.2. Оценочные материалы

Примеры заданий

Примерный тест:

Вопрос 1.

Формула центральной разности имеет вид

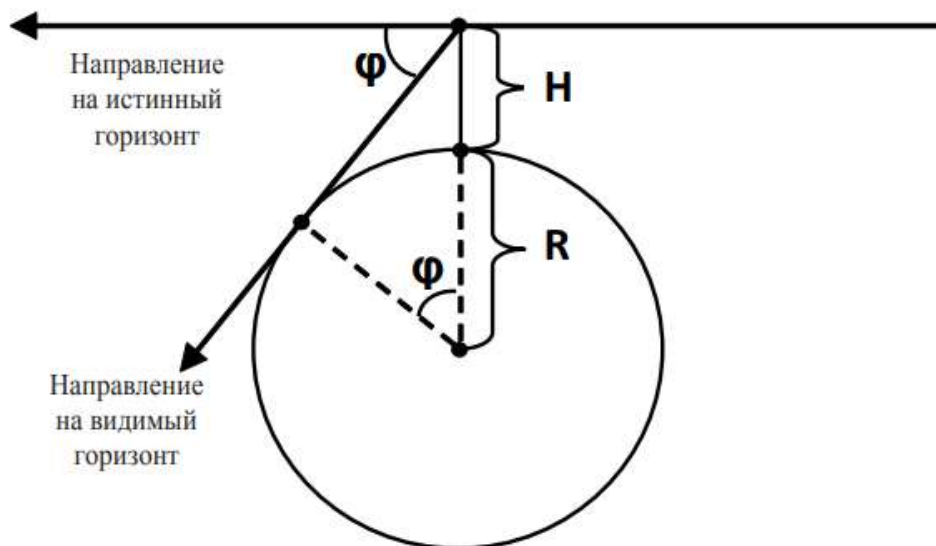
$$v_{\text{cp}}(t) = \frac{x(t+\Delta t/2) - x(t-\Delta t/2)}{\Delta t}$$

$$v_{\text{cp}}(t) = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t}$$

$$v_{\text{cp}}(t) = \frac{x(t+\Delta t/2) + x(t-\Delta t/2)}{\Delta t}$$

Вопрос 2.

Экипаж воздушного шара поднялся над океаном на высоту $H = (1000 \pm 10)$ м. Аэронавтам с помощью точных измерений удалось установить, что видимый горизонт из-за шарообразности Земли опустился по отношению к истинному на угол $\varphi^\circ = (1.02 \pm 0.005)$ (это примерно два лунных диска). Могут ли аэронавты найти радиус Земли и с какой точностью?



Вопрос 3.

Округлить число $x = 499.67$ (точно) до

- 1) трёх верных значащих цифр **500**
- 2) трёх достоверных значащих цифр **499**

Вопрос 4.

Что такое упрощённость модели?

- 1) модель описывает только существенные стороны объекта
- 2) действительность отображается моделью грубо или приблизительно
- 3) модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и, кроме того, ресурсы моделирования конечны
- 4) модель состоит из небольшого числа частей

Вопрос 5.

Даны две величины a и b . Их абсолютные погрешности Δa и Δb . Какова абсолютная погрешность произведения $a*b$ этих двух величин?

- 1) $\Delta a - \Delta b$
- 2) $\Delta a + \Delta b$
- 3) Δa
- 4) Δb
- 5) $\Delta a * \Delta b$
- 6) $a * \Delta b + \Delta a * b$
- 7) $|a * \Delta b + \Delta a * b|$
- 8) $|a * \Delta b| + |\Delta a * b|$

Вопрос 6.

Какие модели используются для вывода теоретических положений:

- 1) инвентивные
- 2) иммерсионные
- 3) компаративные
- 4) упорядочивающие
- 5) материальные

Вопрос 7.

Какой из этих объектов может быть смоделирован материальной точкой:

- 1) мяч, который ногой бьёт футболист во время удара
- 2) поезд, следующий из москвы в петербург
- 3) вращающийся волчок
- 4) газ в сосуде под поршнем

Вопрос 8.

Какая из этих моделей является дискретной

- 1) модель полёта спутника по орбите
- 2) двумерная эволюционная модель вольтерра-лоттки
- 3) модель расчёта распространения трещин методом конечных элементов

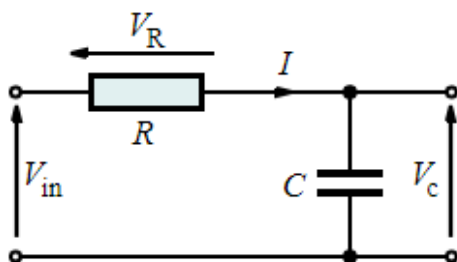
Вопрос 9.

Метод матричной оптики (замена оптических приборов квадратными матрицами второго порядка с постоянными коэффициентами) используется для моделирования явлений:

- 1) интерференции
- 2) дифракции
- 3) геометрической оптики
- 4) задач нелинейной оптики

Вопрос 10.

На рисунке изображена



- 1) модель интегрирующей цепочки
- 2) модель дифференцирующей цепочки
- 3) модель сумматора

- 4) колебательный контур
- 5) модель зарядки конденсатора

Вопрос 11.

Какая из этих задач не входит в проблему физического моделирования:

- 1) построение модели
- 2) исследование модели
- 3) использование модели
- 4) **продажа модели**

Вопрос 12.

Что из этого является неотъемлемым свойством любой физической модели:

- 1) бесконечность
- 2) **упрощённость**
- 3) дороговизна
- 4) востребованность

Вопрос 13.

На каком этапе построения физической модели выделяют наиболее существенные с точки зрения поставленной исследовательской задачи факторы:

- 1) **этап качественного описания явления**
- 2) этап построения математической модели
- 3) этап учёта законов сохранения
- 4) этап анализа подобия объекта и модели
- 5) во время реализации вычислений на компьютере

Вопрос 14.

Закон Гука – это:

- 1) фундаментальный закон природы
- 2) **приближённая модель механического явления**

- 3) закон сохранения в явлениях упругости
- 4) метод решения дифференциальных уравнений

Вопрос 15.

Оптический преобразователь – это

1) абстрактный объект, выполняющий преобразование проходящего оптического излучения

2) материально реализуемый объект, выполняющий преобразование проходящего оптического излучения, определенным образом расположенный и ориентированный в пространстве

3) регулярная гладкая поверхность раздела двух сред, определенным образом расположенная и ориентированная в пространстве

Вопрос 16.

Укажите наиболее точную формулу вычисления производной среди перечисленных:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t/2) - x(t-\Delta t/2)}{\Delta t} \quad (1)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad (2)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t/2) + x(t-\Delta t/2)}{\Delta t} \quad (3)$$

Вопрос 17.

Для описания какого элемента физических моделей из ниже перечисленных не создают отдельные классы (один класс для конкретного элемента):

- 1) потоков
- 2) событий**
- 3) объектов

Вопрос 18.

Складывают 100 чисел с одинаковой погрешностью Δ . Во сколько раз суммарная погрешность, оцениваемая статистической оценкой, меньше, чем сумма всех погрешностей $100 \cdot \Delta$?

- 1) в 2 раза
- 2) в $\sqrt{5}$ раз
- 3) в 10 раз**
- 4) в 100 раз

Вопрос 19.

Как называется подобие между объектом и моделью, при котором существует соответствие между последовательно изменяющимися состояниями объекта и модели:

- 1) динамическое**
- 2) функциональное
- 3) структурное
- 4) физическое
- 5) геометрическое
- 6) вероятностное

Вопрос 20.

Модели, представляющие из себя уменьшенные или увеличенные копии объекта, называются:

- 1) учебными
- 2) опытными**
- 3) научно-техническими
- 4) игровыми
- 5) имитационными

Практические задания***Практическое задание 1. Моделирование физических явлений и систем***

Сделать модель любой физической системы. Необходимые элементы:

- 1) визуализация динамики системы;
- 2) построение графиков для параметров;
- 3) должна быть сформулирована постановка физической задачи и построена математическая модель явления;
- 4) описание численного метода расчёта с обоснованием.

Для расчётов необходимо осуществить переход к безразмерным параметрам и учесть законы сохранения в физической системе;

Под все объекты системы должны быть сделаны классы и библиотека классов должна быть сохранена в отдельном файле как подключаемая библиотека к основной программе.

Критерии оценивания:

- построенная модель визуализирует / не визуализирует динамику физической системы;
- построенная модель содержит / не содержит графики для параметров;
- построена / не построена математическая модель физического явления;
- дано / не дано описание численного метода расчёта с обоснованием.

Оценивание

таблица 7

Критерий	Соответствует	Не соответствует
построенная модель визуализирует / не визуализирует динамику физической системы	1 балл	0 баллов
построенная модель содержит / не содержит графики для параметров	1 балл	0 баллов
построена / не построена математическая модель физического явления	1 балл	0 баллов
дано / не дано описание численного метода расчёта с обоснованием	1 балл	0 баллов

Оценивание проводится преподавателем на основе представленных критериев и шкалы оценки.

Практическое задание считается выполненным, если по результатам оценивания слушатель получает не менее 3 баллов.

Практическое задание 2. Составление задания для индивидуальной работы обучающихся по теме «Моделирование физических процессов и систем»

Цель – сформировать умение составлять задания для индивидуальной работы обучающихся по теме «Моделирование физических процессов и систем».

Необходимо разработать задание для индивидуальной работы обучающихся по совершенствованию умения моделировать процесс преломления.

Требования к оформлению работы:

– титульный лист – указывается название дополнительной профессиональной программы, название работы, ФИО слушателя;

– текст задания для индивидуальной работы – должен содержать следующие разделы:

- Исходные данные
- Постановка задачи
- Требования к оформлению
- Критерии и способы оценивания

Критерии оценивания:

– содержание разработанного задания соответствует / не соответствует теме «Моделирование физических процессов и систем»;

– разработанное задание позволяет / не позволяет оценить умение школьников моделировать процесс преломления;

– работа соответствует / не соответствует установленным требованиям к оформлению.

Оценивание

таблица 7

Критерий	Соответствует	Не соответствует
содержание разработанного задания соответствует / не соответствует теме «Моделирование физических процессов и систем»	1 балл	0 баллов
разработанное задание позволяет / не позволяет оценить умение школьников моделировать процесс преломления	1 балл	0 баллов

работа соответствует / не соответствует установленным требованиям к оформлению	1 балл	0 баллов
--	--------	----------

Оценивание проводится преподавателем на основе представленных критериев и шкалы оценки.

Практическое задание считается выполненным, если по результатам оценивания слушатель получает 3 балла.

Практическое задание 3. Разработка заданий для проведения текущего контроля по одной из тем курса «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования»

Цель – сформировать умение разрабатывать задания для проведения текущего контроля по курсу «Моделирование физических процессов на интерпретируемых языках программирования».

Требования к оформлению работы:

– титульный лист – указывается название дополнительной профессиональной программы, название работы, ФИО слушателя;

– текст задания для проведения текущего контроля – должен содержать следующие разделы:

– Название темы, по которой проводится текущий контроль (по выбору слушателя: *(Основы языка Python, программирование моделей с помощью картинок и анимаций; Вычислительные модели и методы численного моделирования; Моделирование физических явлений и систем)*)

– Перечень знаний / умений, на проверку сформированности которых направлено задание

– Метод контроля (опрос, тест, практическая проверка и др.)

– Текст задания

– Критерии и способы оценивания

Критерии оценивания:

– содержание разработанного задания соответствует / не соответствует выбранной теме;

– разработанное задание позволяет / не позволяет оценить знания / умения школьников, указанные в перечне;

– работа соответствует / не соответствует установленным требованиям к оформлению.

Оценивание

таблица 8

Критерий	Соответствует	Не соответствует
содержание разработанного задания соответствует / не соответствует выбранной теме	1 балл	0 баллов
разработанное задание позволяет / не позволяет оценить знания / умения школьников, указанные в перечне	1 балл	0 баллов
работа соответствует / не соответствует установленным требованиям к оформлению	1 балл	0 баллов

Оценивание проводится преподавателем на основе представленных критериев и шкалы оценки.

Практическое задание считается выполненным, если по результатам оценивания слушатель получает 3 балла.

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1 Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

4.1.1. Список литературы:

1. Доля П.Г. Введение в научный Python – Харьков: Харьковский национальный университет, факультет математики и информатики, 2016 год.

4.1.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Хайбрахманов С.А. Основы научных расчётов на языке программирования Python: учеб. пособие / С. А. Хайбрахманов. — Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2019. — 96 с.

4.1.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Learn more about Anaconda - <https://www.anaconda.com/> - Дата обращения 03.11.2020
2. Матюшкин Лёва, Python(x, y) - <https://habrahabr.ru/post/113065/> <https://python-xy.github.io/> - Дата обращения 03.11.2020
3. Обзор OpenSorce библиотек для языка программирования Python - <https://habrahabr.ru/sandbox/19669/> - Дата обращения 03.11.2020
4. Математический Python - <http://jenyay.net/Programming/PyMath> - Дата обращения 03.11.2020
5. Python -Обзор - <http://pythonicway.com/python-overview> - Дата обращения 03.11.2020
6. Производительность C++ vs. Java vs. PHP vs. Python. - <https://habrahabr.ru/post/66562/> - Дата обращения 03.11.2020
7. Работа с IPython и Jupyter Notebook <https://devpractice.ru/python-lesson-6-work-in-jupyter-notebook/> <http://ipython.org> <https://habr.com/ru/company/wunderfund/blog/316826/> - Дата обращения 03.11.2020
8. Щуров И. Кратчайшее введение в Python для математики. НИУ ВШЭ. <https://nbviewer.jupyter.org/github/ischurov/odebook/blob/master/mathandpython.ipynb> - Дата обращения 03.11.2020

4.2. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

таблица 9

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	Компьютер, Visual Studio, Python, проектор, видекамера, доступ в Интернет

	Сам. работа	Персональные компьютеры/ноутбуки, Visual Studio, Python, доступ в Интернет
Аудитория	Итоговая аттестация	Персональные компьютеры/ноутбуки, Visual Studio, Python, доступ в Интернет

5. Организация образовательного процесса

В таблице 10 описаны образовательные технологии.

таблица 10

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	изложение теоретического материала	получение теоретических знаний по дисциплине

6. Составители программы

Воронцов Игорь Андреевич, ассистент кафедры математического анализа института естественных наук и математики Уральского федерального университета (УрФУ);

Сырцова Елена Леонидовна, PhD, кандидат педагогических наук, доцент