

Департамент образования города Москвы  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ГОРОДА МОСКВЫ  
**«КОЛЛЕДЖ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ № 20»**

Утверждаю

Директор ГБПОУ КАИТ № 20

\_\_\_\_\_ Т.И. Дмитриева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Техническая направленность  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ»**

Возраст детей, на которых рассчитана программа: 14-18 лет

Срок реализации программы: 1 год

Уровень программы: базовый

ФИО, должность разработчика /составителя программы:

Литвиненко Елена Анатольевна руководитель кружка

Москва  
2018

«ОДОБРЕНО»  
Начальник отдела ВРиМП

\_\_\_\_\_/Е.М. Писарик /  
(подпись) (Ф.И.О.)

ФИО, должность разработчика /составителя программы: **«Математическое моделирование в автомобилестроении»**, руководитель кружка/педагог дополнительного образования/преподаватель **Литвиненко Елена Анатольевна**, преподаватель математики, преподаватель первой квалификационной категории

(подпись)

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1 Актуальность данной программы**

В преподавании любой дисциплины нельзя учить всех одному и тому же, в одинаковом объёме и содержании, в первую очередь, в силу разных ин-

тересов, а затем и в силу способностей, особенностей восприятия, мировоззрения.

Данный курс объединения дополнительного образования «Математическое моделирование в автомобилестроении» имеет социальную и личностную значимость, актуальность как с точки зрения подготовки квалифицированных кадров, так и для личностного развития обучающихся. Курс способствует социализации и адаптации обучающихся, предоставляет возможность для выбора индивидуальной образовательной траектории, осознанного профессионального самоопределения.

Разработанная программа является актуальной для средних профессиональных учебных образовательных учреждений для специальностей «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта». Изучение данного курса позволяет обучающимся значительно расширить свои знания и умения в этой области, закладывает фундамент для более осмысленного изучения математики.

Программа объединения дополнительного образования «Математическое моделирование в автомобилестроении» предполагает использование активных методов обучения (проблемных, исследовательских, наглядных, практических), где отражена творческая деятельность обучающихся, способствующая расширению, углублению и применению знаний.

Обучающиеся учатся собирать необходимую информацию, правильно и грамотно оформлять свои творческие работы, включать в них фотографии, иллюстрации, схемы, графики, таблицы, диаграммы.

Данная программа вносит вклад в реализацию трудового и эстетического воспитания, позволяет воспитать положительные качества характера, развивать новаторские способности, которые можно достичь благодаря трудолюбию, глубоким знаниям, широкому кругозору и практическим умениям.

В качестве ожидаемого эффекта прогнозируется:

- повышение учебной активности обучающихся;
- расширение мотивационно - смысловой основы обучения;

- рост функций самооценки и самоконтроля учебных достижений;
- повышение ИКТ – компетентности обучающихся;
- подтверждение обоснованности выбора обучающимися профиля обучения.

Способы определения результативности:

- педагогические наблюдения за активностью обучающихся в процессе усвоения программы, их инициативностью и устойчивостью интереса к различным видам деятельности;
- отчетность выполнения практических заданий;
- публичное представление результатов самостоятельной деятельности;
- рейтинговое оценивание активности участия в семинарах и при выполнении самостоятельных работ.

**1.2. Уровень объединения дополнительного образования «Математическое моделирование в автомобилестроении» - базовый предпрофессиональный.**

### **1.3. Цели и задачи**

Программа ориентирована на достижение следующих целей:

- формирование представлений о математике как универсальном языке науки, средстве моделирования явлений и процессов, об идеях и методах математики;
- развитие логического мышления, пространственного воображения, алгоритмической культуры, критичности мышления на уровне, необходимом для будущей профессиональной деятельности, для продолжения образования и самообразования;
- овладение математическими знаниями и умениями, необходимыми в повседневной жизни, для изучения смежных естественнонаучных дисциплин на базовом уровне и дисциплин профессионального цикла, для получения образования в областях, не требующих углубленной математической подготовки;
- воспитание средствами математики культуры личности, понимания значимости математики для научно-технического прогресса, отноше-

ния к математике как к части общечеловеческой культуры через знакомство с историей развития математики, эволюцией математических идей.

Основные задачи программы:

- Углубить и расширить кругозор
- Обеспечить прочное и сознательное овладение обучающимися системой математических знаний и умений, необходимых для дальнейшего углубленного изучения математики и достаточных для более глубокого изучения смежных дисциплин
- Содействовать формированию обучающихся устойчивого интереса к предмету, выявлению и развитию их математических способностей, ориентацию на профессии, существенным образом связанные с математикой, подготовку к дальнейшему успешному обучению

В результате освоения программы обучающийся должен:

- Иметь представление о роли и месте математики в современном мире, общности ее понятий и представлений
- Знать значение математики в профессиональной деятельности и при освоении профессиональной образовательной программы
- Знать и уметь использовать математические методы при решении прикладных задач
- Понимать универсальный характер законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности
- Понимать вероятностный характер различных процессов окружающего мира

Специфика целей содержания изучения «Математическое моделирование в автомобилестроении» существенно повышает требования к рефлексивной деятельности обучающихся: к объективному оцениванию своих образо-

вательных достижений, поведения, черт своей личности, способности и готовности учитывать мнения других людей при определении собственной позиции и самооценке, понимать ценность образования как средства развития культуры личности.

Общая характеристика учебной деятельности обучающихся:

- самостоятельное изучение основной и дополнительной учебной литературы, а также иных источников информации;
- обзорные и установочные беседы;
- информационная поддержка с помощью учебных видеофильмов, электронных текстов, Интернета и др.;
- индивидуальные: монолог, сообщения;
- групповые: анкетирование, тестировании;
- дискуссии, творческие встречи;
- формы отчетности: защита проектов.

В ходе данного объединения дополнительного образования «Математическое моделирование в автомобилестроении» обучающимся предоставляется возможность проявить свою самостоятельность, творчество как индивидуально, так и в микро группах. Организуется обсуждение результатов работы. При обсуждении необходимо представлять аргументы, защищать точку зрения, доказывать, прогнозировать, анализировать.

## **2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ОБЪЕДИНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ»**

Наименование	№	Раздел (тема)	Кол- во ча-	Виды занятий
--------------	---	---------------	----------------	--------------

разделов и тем		сов	Теория	Теория	
<b>Введение</b>	Роль математического моделирования в технике. Основные понятия: моделирование и модель. Цели и принципы моделирования. Аксиомы теории моделирования. Способы моделирования. Виды моделей и моделирования. Достоинства и недостатки моделирования.	2	2		
<b>Раздел 1 Моделирование как метод</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		
	1	Понятие о моделях и моделировании	2	2	
	2	Основные методы моделирования. Классификация моделей.	2	2	
	3	Алгоритмы построения математических моделей. Технологии моделирования.	2	2	
<b>Раздел.2. Математическое моделирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		
	1	Решение задач с техническим содержанием. Интеграл. Геометрический и физический смысл интеграла.	2	2	
	2	Решение задач с техническим содержанием. Математическая модель уравнений смешанного типа.	2	2	
	3	Решение задач с техническим содержанием. Построение графических образов.	2	2	
	4	Решение задач с техническим содержанием. Векторы и их геометрическое приложение. Векторный метод решения задач. Метод координат.	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>8</b>
	5	Решение задач с техническим содержанием с помощью метода координат.	2		2
	6	Решение задач с техническим содержанием с помощью метода производной.	2		2
	7	Решение задач с техническим содержанием с помощью метода интеграла	2		2
	8	Решение задач с техническим содержанием с помощью графических образов.	2		2
	<b>Раздел 3. Методы исследования матема-</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	
1		Классификация методов ис-	2	2	



<b>тических моделей.</b>		следования. Точные решения. Начальные задачи. Краевые задачи.			
	<b>Практические работы</b>				<b>4</b>
	2	Решение задач с техническим содержанием методом исследования.	2		2
	3	Решение задач с техническим содержанием методом исследования.	2		2
<b>Раздел 4 Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике.</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	
	1	Уравнения движения в форме Ньютона.	2	2	
	2	Законы сохранения. Модели некоторых механических систем. Консервативные и диссипативные системы. Влияние структуры сил на устойчивость движения.	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>6</b>
	3	Решение задач с техническим содержанием с использованием моделей механических систем.	2		2
	4	Решение задач с техническим содержанием на законы динамики.	2		2
	5	Решение задач с техническим содержанием с использованием производной и интеграла на законы сохранения в механике.	2		2
<b>Раздел 5 Методы и модели линейного программирования</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	
	1	Постановка задачи линейного программирования и методы её решения.	2	2	
	2	Построение двойственной задачи ЛП и методы её решения	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>6</b>
	3	Решение задач линейного программирования графическим методом.	2		2
	4	Решение задачи на построение двойственной задачи и анализ устойчивости двойственных оценок.	2		2
	5	Решение задачи с техническим содержанием с помощью линейного программирования.	2		2
<b>Раздел 6</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>22</b>	<b>10</b>	

<b>Численное моделирование</b>	1	Численные методы решения уравнений и систем уравнений	2	2		
	2	Численные методы интегрирования	2	2		
	3	Метод прямоугольников, трапеций и парабол для вычисления интеграла. Формы погрешностей	2	2		
	4	Графическая интеграция.	2	2		
	5	Примеры функциональных зависимостей в реальных процессах и явлениях	2	2		
	<b>Практические работы</b>					<b>12</b>
	6	Графическое отделение и аналитическое уточнение корней уравнения.	2		2	
	7	Решение дифференциального уравнения методом Эйлера.	2		2	
	8	Расчётно-графическая работа на применение численных методов.	2		2	
	9	Определение погрешности вычислений.	2		2	
	10	Решение задач с техническим содержанием с применением численных методов интегрирования. (вычисление пути по графику скорости, расчет цепей переменного тока и т. п.)	2		2	
	11	Решение задач с техническим содержанием с применением численных методов интегрирования. (вычисление пути по графику скорости, расчет цепей переменного тока)	2		2	
	12	Решение задач с практическим и производственным содержанием.	2		2	
	13	Решение задач с практическим и производственным содержанием.	2		2	
	14	Решение задач с практическим и производственным содержанием с применением тригонометрии.	2		2	
15	Решение задач с практическим и производственным	2		2		

		содержанием с применением тригонометрии.			
<b>Раздел 7. Методы и модели теории игр</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>12</b>	<b>4</b>	
	1	Основные понятия теории игр. Постановка игровых задач.	2	2	
	2	Методы и модели решения игровых задач. Принципы минимакса. Стратегия игры. Метод линейного программирования для нахождения решения.	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>8</b>
	3	Решение статистической игры	2		2
	4	Решение игр в смешанных стратегиях	2		2
	5	Создание игровой модели на автодороге.	2		2
	6	Создание игровой модели на автодороге.	2		2
<b>Раздел 8. Математическая модель двигателя внутреннего сгорания</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	
	1	Математическая модель двигателя внутреннего сгорания	2	2	
	2	Обзор существующих моделей дизельного двигателя.	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>4</b>
	3	Решение задач с техническим содержанием с использованием математической модели ДВС.	2		2
	4	Решение задач с техническим содержанием с использованием математической модели ДВС	2		2
<b>Раздел 9 Дискретное моделирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>12</b>	<b>4</b>	
	1	Постановка задачи дискретного моделирования	2	2	
	2	Метод ветвей и границ для решения задачи дискретного программирования	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>8</b>
	3	Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ	2		2
	4	Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ	2		2
	5	Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ	2		2

	6	Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ	2		2
<b>Раздел 10. Модель «черного ящика».</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	
	1	Объекты моделирования. Модель «черного ящика».	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>6</b>
	2	Решение задач с техническим содержанием с помощью модели «черного ящика»	2		2
	3	Решение задач с техническим содержанием с помощью модели «черного ящика»	2		2
	4	Решение задач с техническим содержанием с помощью модели «черного ящика»	2		2
<b>Раздел 11. Модели на графах</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>16</b>	<b>6</b>	
	1	Понятия и графах. Построение графа	2	2	
	2	Методы решения транспортной задачи	2	2	
	4	Постановка и решение задачи о кратчайшем пути	2	2	
	<b>Практические работы</b>				<b>10</b>
	5	Решение задач нахождение кратчайшего пути в графах	2		2
	6	Решение задач нахождение максимального потока.	2		2
	7	Решение транспортных задач в графах	2		2
	8	Построение сетевой модели. Расчёт параметров сетевого графика.	2		2
	9	Построение сетевой модели. Расчёт параметров сетевого графика в автомобилестроении.	2		2
	<b>Проект «Математическое моделирование в автомобилестроении»</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		<b>16</b>	<b>4</b>
1		Математическое моделирование как способ решения технических задач	2	2	
2		Критерии отбора качества проекта.	2	2	
<b>Практические работы</b>				<b>12</b>	
3		Создание проекта.	2		2
4		Создание проекта.	2		2
5		Создание проекта.	2		2
6		Создание проекта.	2		2
7		Защита проекта.	2		2

	8	Защита проекта.	2		2
		<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>60</b>	<b>84</b>

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ»**

Программа объединения дополнительного образования ««Математическое моделирование в автомобилестроении»» построена по модульному принципу. Все содержание программы разбито на 11 разделов. Каждый раздел содержит логически связанный учебный материал (теоретический материал, практические задания, задания для самостоятельной работы – выполнение индивидуального или группового проекта), который носит законченный характер. На последних занятиях каждого раздела проводится практические занятия, на которых обучающиеся представляют свои работы и обсуждают их.

Тематическое и поурочное планирование и структура каждого раздела осуществляет принцип от простого к сложному: изучение всех последующих

#### **Описание разделов.**

**Введение** Роль математического моделирования в технике. Основные понятия: моделирование и модель. Цели и принципы моделирования. Аксиомы теории моделирования. Способы моделирования. Виды моделей и моделирования. Достоинства и недостатки моделирования.

Математическое моделирование является мощным и эффективным инструментом исследования разнообразных объектов, систем и процессов в различных областях человеческой деятельности. Многообразие процессов, протекающих в исследуемых системах и объектах, обуславливает и многообразие математических методов и средств, используемых в теории моделирования.

Моделирование – сложнейший многоэтапный процесс исследования систем, направленный на выявление свойств и закономерностей, присущих исследуемым системам, с целью их создания или модернизации. В процессе моделирования решается множество взаимосвязанных задач, основными среди которых являются разработка модели, анализ свойств и выработка рекомендаций по модернизации существующей или проектированию новой системы

Продолжительность - 2 часа.

#### **Раздел 1 Моделирование как метод.**

Понятие о моделях и моделировании. Основные методы моделирова-

ния. Классификация моделей. Алгоритмы построения математических моделей. Технологии моделирования.

Модель – физический или абстрактный объект, адекватно отображающий исследуемую систему.

Моделирование, как процесс исследования сложных систем, в общем случае предполагает решение следующих взаимосвязанных задач:

- разработка модели;
- анализ характеристик системы;
- синтез системы;
- детальный анализ синтезированной системы.

Продолжительность - 6 часа.

## **Раздел.2.Математическое моделирование**

Решение задач с техническим содержанием. Интеграл. Геометрический и физический смысл интеграла.

Математическая модель уравнений смешанного типа.

Построение графических образов.

Векторы и их геометрическое приложение. Векторный метод решения задач. Метод координат.

### **Практические работы**

Решение задач с техническим содержанием с помощью метода координат.

Решение задач с техническим содержанием с помощью метода производной.

Решение задач с техническим содержанием с помощью метода интеграла

Решение задач с техническим содержанием с помощью графических образов.

Продолжительность - 16 час.

## **Раздел 3. Методы исследования математических моделей.**

Классификация методов исследования. Точные решения. Начальные задачи. Краевые задачи.

### **Практические работы**

Решение задач с техническим содержанием методом исследования.

Продолжительность - 6 час.

## **Раздел 4 Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике.**

Уравнения движения в форме Ньютона.

Законы сохранения. Модели некоторых механических систем. Консервативные и диссипативные системы. Влияние структуры сил на устойчивость

движения.

### **Практические работы**

Решение задач с техническим содержанием с использованием моделей механических систем.

Решение задач с техническим содержанием на законы динамики.

Решение задач с техническим содержанием с использованием производной и интеграла на законы сохранения в механике.

Продолжительность - 10 час.

### **Раздел 5 Методы и модели линейного программирования**

Постановка задачи линейного программирования и методы её решения.

Построение двойственной задачи ЛП и методы её решения

### **Практические работы**

Решение задач линейного программирования графическим методом.

Решение задачи на построение двойственной задачи и анализ устойчивости двойственных оценок.

Решение задачи с техническим содержанием с помощью линейного программирования.

Продолжительность - 10 час.

### **Раздел 6 Численное моделирование.**

Многие практические задачи, к сожалению, не решаются аналитически. Поэтому важно научиться производить численный анализ динамики. Численное моделирование подразумевает создание математической модели движения изучаемой системы и дальнейшее её исследование с использованием численных методов, которые реализуются на компьютере. На сегодняшний день достаточно удобной для численных расчетов является среда MatLab. Именно в ней студенты проводят свои численные эксперименты.

Численные методы решения уравнений и систем уравнений

Численные методы интегрирования

Метод прямоугольников, трапеций и парабол для вычисления интеграла.

Формы погрешностей

Графическая интеграция.

Примеры функциональных зависимостей в реальных процессах и явлениях

### **Практические работы**

Графическое отделение и аналитическое уточнение корней уравнения.

Решение дифференциального уравнения методом Эйлера.

Расчётно-графическая работа **на** применение численных методов.

Определение погрешности вычислений



Решение задач с техническим содержанием с применением численных методов интегрирования. (вычисление пути по графику скорости, расчет цепей переменного тока и т. п.)

Решение задач с практическим и производственным содержанием.

Решение задач с практическим и производственным содержанием с применением тригонометрии.

Продолжительность – 22 часов.

### **Раздел 7. Методы и модели теории игр**

Теория игр – это раздел математики, изучающий методы разрешения конфликтных ситуаций, характеризующихся неопределенностью возможных действий конфликтующих сторон. Под игрой понимается взаимодействие нескольких игроков, каждый из которых стремится добиться выигрыша. Стратегия – это реализуемый игроком метод выбора ходов в течение игры. Если рассматривать игру двух участников, то совокупность выигрышей можно представить в виде матрицы выигрышей. Матрица строится с позиции одного из игроков. Каждый элемент матрицы соответствует величине выигрыша этого игрока в зависимости от выбранной стратегии. Обычно строки матрицы соответствуют стратегиям первого игрока, а столбцы – стратегиям второго. Первый игрок выбирает строку, второй игрок – столбец, при этом на пересечении находится выигрыш (или проигрыш, если значение отрицательное) первого игрока.

Основные понятия теории игр. Постановка игровых задач. Методы и модели решения игровых задач. Принципы минимакса. Стратегия игры. Метод линейного программирования для нахождения решения.

#### **Практические работы**

Решение статистической игры

Решение игр в смешанных стратегиях

Создание игровой модели на автодороге.

Продолжительность – 12 часов.

### **Раздел 8. Математическая модель двигателя внутреннего сгорания**

Математическая модель двигателя внутреннего сгорания

Обзор существующих моделей дизельного двигателя.

#### **Практические работы**

Решение задач с техническим содержанием с использованием математической модели ДВС

Продолжительность - 8 часов.

### **Раздел 9 Дискретное моделирование**

Этот вид моделирования наиболее подходит для моделирования производственных процессов и имеет огромную сферу приложений – от ло-

гистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем;

Постановка задачи дискретного моделирования

Метод ветвей и границ для решения задачи дискретного программирования

### **Практические работы**

Решение задач дискретного программирования методом ветвей и границ

Продолжительность – 12 часов.

### **Раздел 10. Модель «черного ящика».**

Самым простым и абстрактным уровнем описания системы является модель «черного ящика». В этом случае предполагается, что выделенная система связана со средой через совокупность входов и выходов. Выходы модели описывают результаты деятельности системы, а входы – ресурсы и ограничения. При этом предполагается, что мы ничего не знаем и не хотим знать о внутреннем содержании системы. Модель в этом случае отражает два важных и существенных ее свойства: целостность и обособленность от среды.

Объекты моделирования. Модель «черного ящика».

### **Практические работы**

Решение задач с техническим содержанием с помощью модели «черного ящика»

Продолжительность – 8 часов.

### **Раздел 11. Модели на графах.**

Модели в виде графов получили широкое распространение в науке и технике, в частности в машиностроении, благодаря дополнительным возможностям, которые появляются при геометрическом подходе к трактовке и решению различных процессов в сфере проектирования, производства и управления. Это обусловлено тем, что в отличие от евклидовых, прямоугольных, криволинейных и других пространств в графовых моделях используются концепции топологических геометрий и пространств.

Основу прикладной теории графов как научной дисциплины составляет совокупность представлений и методов, сформировавшихся при решении конкретных задач.

Используя простую терминологию, можно сказать, что граф характеризует отношения между множествами объектов и теория графов направлена на исследования некоторых из многих возможных в заданном представлении свойств этих объектов. Более строго, в пространственно-временной области, граф есть совокупность точек и линий, соединяющих эти точки. Эти соединения могут обладать многими характеристиками, и теория графов занимается изучением этих характеристик.

В машиностроении в виде графов широко представляются задачи построения технологических процессов механической обработки деталей, сборки изделий, вопросы исследования механизма технологического наследования и многие другие.

Понятия и графах. Построение графа. Методы решения транспортной задачи. Постановка и решение задачи о кратчайшем пути

### **Практические работы**

Решение задач на нахождение кратчайшего пути в графах

Решение задач на нахождение максимального потока.

Решение транспортных задач в графах

Построение сетевой модели. Расчёт параметров сетевого графика.

Построение сетевой модели. Расчёт параметров сетевого графика в автомобилестроении

Продолжительность – 16 часов.

### **Проект «Математическое моделирование в автомобилестроении»**

Автомобиль рассматривался как упруго-массовая система в виде поддрессоренного твердого тела, имеющего заданную массу и момент инерции. Перемещение и скорость автомобиля имеют по шесть компонент (два трехмерных вектора – линейные и угловые составляющие). При построении динамической модели используется ряд упрощающих предположений. Предполагается, в частности, что все колеса имеют независимую подвеску и массу равную нулю. Это приводит к тому, что у системы остается шесть степеней свободы (координаты центра масс и ориентация автомобиля). Далее предполагалось, что автомобиль не подвержен деформациям, возникающим, например, при переезде через препятствия, т.е. ход подвесок не смещается относительно центра масс. Еще одно упрощение – радиус колес принимается равным нулю, т. е. колесо стягивается в точку на конце пружины подвески. Это, например, упрощает вычисление координат точек касания колес и поверхности дороги. Система дифференциальных уравнений, описывающая упруго-массовую модель автомобиля, характеризуется наличием степенных нелинейностей и параметров, значения которых определяются свойствами дорожного покрытия и рельефом дороги под колесом. Она позволяет учитывать возможность отрыва колес от грунта, вертикальные ограничения хода подвесок и получать параметры курсового движения с достаточной для практических целей точностью.

По сравнению с существующими моделями блока математического моделирования предлагается вариант более детального учета упругих и инерционных свойств двигателя и трансмиссии, рулевого управления и кузова автомобиля. Это повышает адекватность модели реальным условиям движения.

Продолжительность – 16 часов.

## **4. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ»**

Для реализации данной программы объединения дополнительного образования «Математическое моделирование в автомобилестроении» необходим учебно-методический комплекс, который включает:

### **4.1. Аппаратные средства**

- компьютер преподавателя;
- панель МЭШ с лицензионным аппаратно-программным обеспечением.

### **4.2. Программно-методические средства**

- Практические и самостоятельные работы.
- Электронные учебные пособия.
- Перечень тем итоговых заданий и проектов.

### **4.3. Межпредметные связи**

Подготовка технических специалистов составляет одну из ключевых проблем, от успешного решения которой зависит эффективное использование возможностей математического моделирования при создании технических устройств и их систем.

Успех в решении указанной проблемы в значительной степени зависит от укрепления междисциплинарных связей между курсами высшей математики, физики, электротехники, теоретической механики, химии, информатики и инженерными дисциплинами. Связующим звеном при этом могут быть математического моделирования явлений и процессов, являющихся предметом изучения в дисциплинах естественно-научного цикла и лежащих в основе функционирования технического обслуживания в конкретных областях техники. Эта связь может обеспечить методическое единство и преемственность циклов математической, естественно-научной и специальной подготовки будущего техника.

### **4.4. Организация учебного процесса**

При изучении данной программы используются различные методы обучения:

- словесные методы (источником знания является устное или печатное слово);
- наглядные методы (источником знаний являются наблюдаемые предметы, явления, наглядные пособия);
- практические методы (учащиеся получают знания и вырабатывают умения, выполняя практические действия).

В процессе изучения курса дополнительного образования предполагается проведение практических занятий для закрепления теоретических знаний в форме самостоятельных и практических работ .

Изучение материала проводится в форме, доступной пониманию обучающихся, в форме комбинированных уроков (возможно лекций, бесед, семинаров и т.д.).

Форма подведения итогов реализации программы - презентация и защита творческой работы (проекты и др.).

Кроме выполнения работ под руководством преподавателя обучающимся предлагаются практические задания для самостоятельного выполнения. Они могут быть нескольких типов: зачетные - по отдельным темам, индивидуальное зачетные - по краткосрочным вариантам курса, творческие итоговые проекты - по итогам пройденного модуля курса «Математическое моделирование в автомобилестроении».

Изучение каждого раздела заканчивается выполнением практических работ.

Критерием успешного освоения данного объединения дополнительного образования является качество выполнения итогового проектного задания.

Лучшие работы могут быть представлены на конкурсы различных уровней и использованы в обеспечении организации работы различных служб колледжа.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

### **Основные источники:**

1. Колмогоров А.Н. и др. Алгебра и начала анализа 10-11 кл. – М., 2016
2. Атанасян Л.С. и др. Геометрия 10-11 кл. – М., 2014
3. Башмаков М.И. Математика: Учебник для СПО, 2014
4. Башмаков М.И. Математика. Сборник задач: учеб.пособие – М., 2014
5. Богомолов М.В. Практические занятия по математике: учеб.пособие для СПО – М., Высшая школа, 2014
6. Гудкин А.И. Сборник задач по математике с практическим содержанием – М., 2014

### **Дополнительные источники**

7. Григорьев С.Г., Иволгина С.В. Математика: учебник для СПО – М., 2013
8. В.В. Селифонов, А.Ш. Хусаинов, В.В. Ломакин. Теория автомобиля: Учебное пособие. - М.: МГТУ "МАМИ", 2007. - 102 с.
9. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: учеб. для студентов машиностроительных специальностей вузов. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Машиностроение, 1990. - 352 с.
10. Бартош В.С., Лаврентьев М.М. Динамическая модель автомобиля в реальном времени. // Автометрия. - 2000, № 4. - с. 108-115.
11. Введение в математическое моделирование: учебное пособие, Логос • 2004 год • 439 с
12. Альсведе Р., Вегенер И. Задачи поиска. – М.: Мир", 1982. – 368 с.
13. Белов В.В., Воробьев Е.М., Шаталов В.Е. Теория графов. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1976. – 392 с.
14. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Том 1. – М.: Наука, 2011. – 632 с.
15. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 2001. – 520 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.math.ru>
2. <https://www.matburo.ru/sites.php>
3. <http://allmatematika.ru/>
4. <http://mathworld.wolfram.com/>
5. <https://ru.onlinemschool.com/>



**6. ГРАФИК РАБОТЫ**  
**ОБЪЕДИНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ»**

<b>День недели</b>	<b>Время</b>
Понедельник	17.50 -18.35
	18.40 -19.25
Среда	16.10.-16.55
	17.00 -17.45