МАТЕМАТИКА

тулкит

КВАНТОРИУМ

МАТЕМАТИКА

ТУЛКИТ

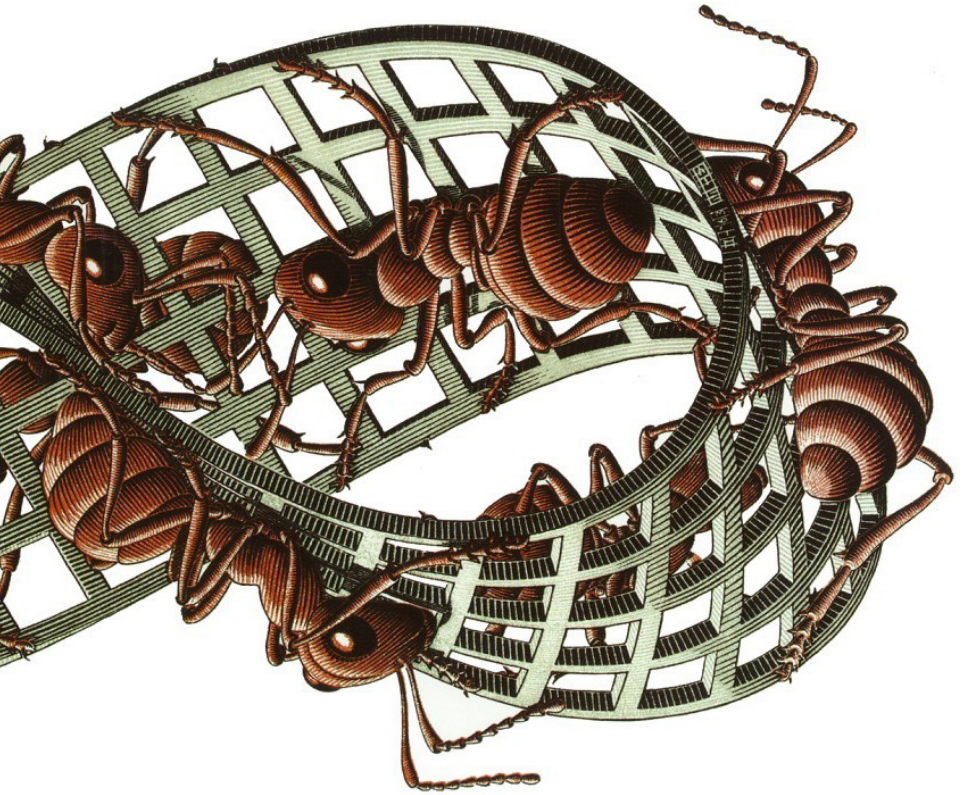
Фонд новых форм
развития образования
PLUS ULTRA | ДАЛЬШЕ ПРЕДЕЛА

КВАНТОРИУМ

Методический инструментарий тьютора

МАТЕМАТИКА

ТУЛКИТ



2018

УДК
ББК

Математика тулкит. Светлана Говор – М.:
Фонд новых форм развития образования, 2018 –36 с.

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

В пособие базовой серии вошли методические материалы направления Математика для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум» в ходе первого года обучения детей по этому направлению. Серия также содержит пособия по другим направлениям: аэро-, космо-, энерджи-, авто-, нано- и другим.

Подробнее о сети детских технопарков «Кванториум» можно узнать на сайте roskvantorium.ru

ISBN

(с) ФНФРО 2017
В сборнике использованы в том числе материалы из открытых источников сети Интернет. Поскольку источники, размещающие у себя информацию, далеко не всегда являются обладателями авторских прав, просим авторов использованных нами материалов откликнуться, и мы разместим указание на их авторство.

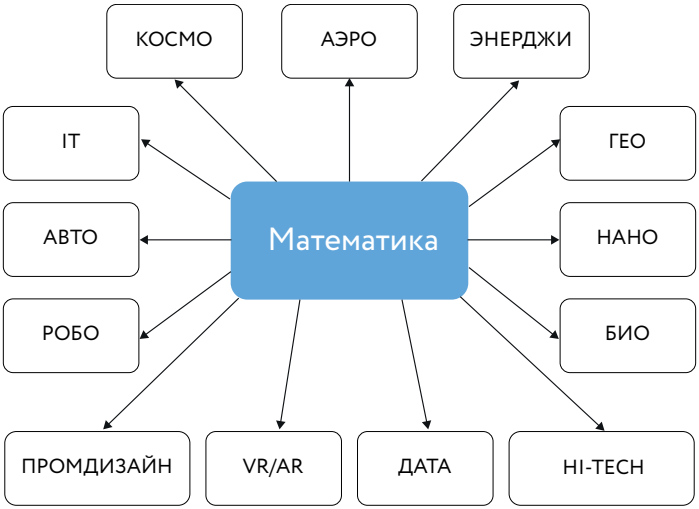
Сборник предназначен исключительно для некоммерческого использования.

Оглавление

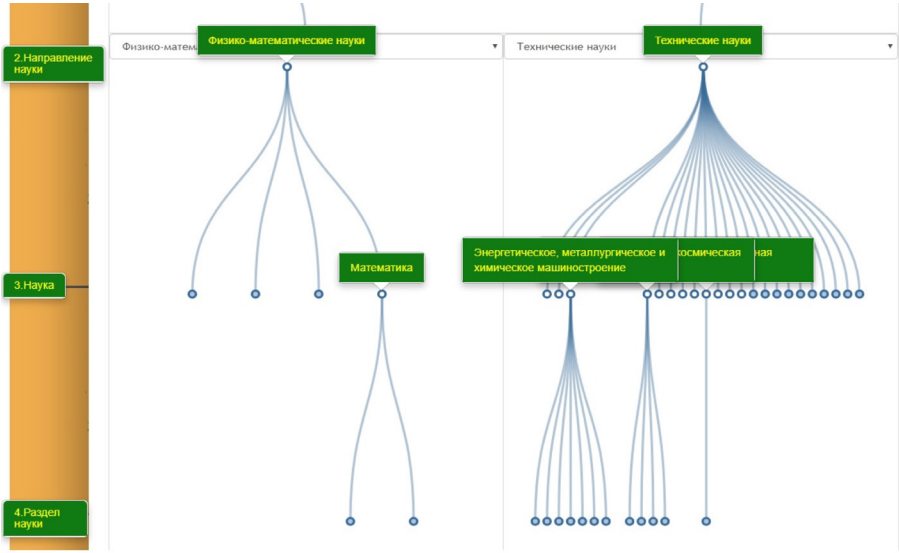
Кому нужна «Математика»? 6
Состав проектных групп 10
Образовательный модуль 10
Ограничения 11
Базовый модуль 15
Пояснительная записка 16
УТП 19
Базовый курс 23
Углубленный модуль 29
Пояснительная записка 30
Источники информации 32

Кому нужна «Математика»?

Математика бывает двух видов фундаментальная и прикладная (практическая). Любая из них развивает мышление и логику, составляет основу инженерной деятельности.



Межнаучное взаимодействие



Линия 0: вводный модуль

Математика

Графы

- Виды и применение
- Диаграммы
- Тепловые карты
- Блок схемы
- Деревья
- Представление информации

Геометрия

- Декартова система координат
- Площади, периметр
- Фигуры
- Пересечения фигур
- Практическое применение

Множества и логика

- Операции над множествами
- Математическая логика
- Формализация процессов
- Факториал
- Комбинаторика
- Практическое применение

Теория вероятностей

- События
- Вероятность
- Условная вероятность
- Полная вероятность
- Практическое применение

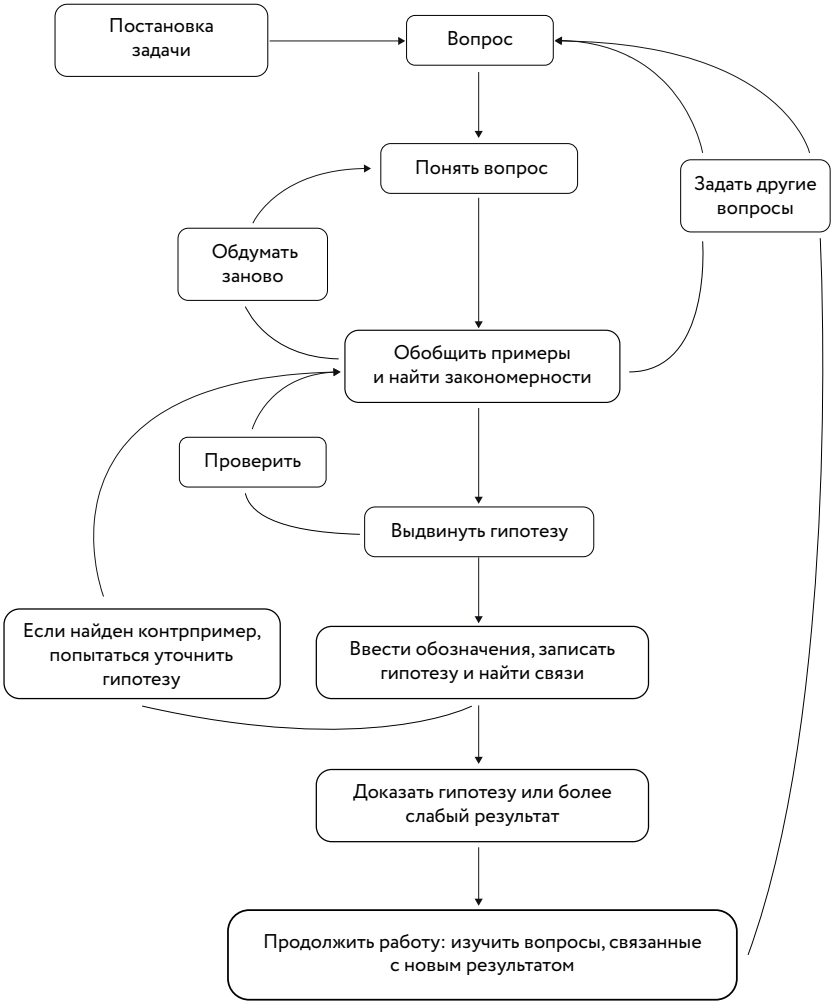
Линия 1: углубленный модуль

УГЛУБЛЕННЫЙ КУРС
будет включать в себя:

- Методы дифференцирования
- Линейная алгебра
- Методы интегрирования
- Многомерный статистический анализ
- Аналитическая геометрия

Работа по математическому исследованию можно построить по алгоритму блок-схемы. Поначалу главная цель такой работы – дать понятие о процессе исследования. Поэтому вначале хорошо давать задачи, которые не содержат принципиально новых для обучающихся математических идей или объектов, но имеют естественное предложение.

Процесс исследования



Состав проектных групп

Участники проектных групп: учащиеся общеобразовательных учреждений

Возраст для базового модуля: от 11 лет

Возраст для углубленного модуля: от 13 лет

Возможность участия в группе обучающихся разных классов: есть

Средний численный состав: 14 человек

Требования к минимальному уровню компетенций: отсутствует

Образовательный модуль

Типы образовательных модулей: базовый, углубленный

Продолжительность (час): 24

Продолжительность занятия (час): не менее 2

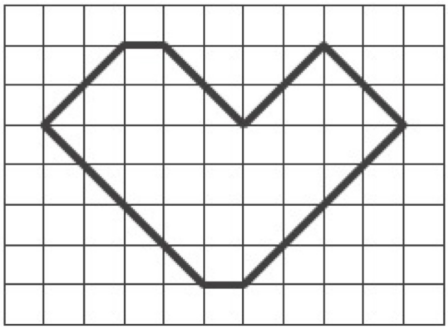
Частота занятий: не реже 2 раз в неделю

Форма итоговой аттестации: публичное выступление с демонстрацией

Ограничения

1 уровень

- На клетчатой бумаге нарисуйте все прямоугольники, у которых площадь равна 36 клеткам (стороны должны идти по границам клеток). Сколько получится таких прямоугольников?
- Какие суммы можно уплатить монетами по 3 и 5 рублей при условии, что нужно использовать оба типа монет? Обобщение: какие числа выражаются в виде $ax+by$, где a и b – данные натуральные числа, x и y – произвольные натуральные числа.
- Разрежьте фигуру на рисунке на три одинаковые части.



2 уровень

- Найдите периоды последовательностей:

1. $a_n = n^m \pmod k$,
2. $b_n = \phi_n \pmod k$, где ϕ_n – числа Фибоначчи.

- Функция

  $y=(ax^2+bx+c)/(dx^2+ex+f)$

  где в числителе и в знаменателе – многочлены степени не выше второй. Какие типы графиков могут получиться? Исследуйте количество нулей, вертикальных и наклонных асимптот.
- Постройте многочлен с целыми коэффициентами, имеющий корень $x=\sqrt{2}+\sqrt{3}$. Постройте многочлен наименьшей степени, обладающий этим свойством.

3 уровень

- В некотором городе есть метро (см. схемы: точками обозначены станции, а линиями – перегоны между ними). Два подрядчика, фирмы «А» и «Б», играют в интересную игру, по очереди закрывая перегоны на ремонт. За один ход разрешается закрыть любое количество перегонов, отходящих от одной станции. При этом нужно, чтобы всегда оставалась возможность проехать по незакрытым перегонам от любой станции к любой другой. Начинает игру «А». Тот, кто не может сделать ход, проигрывает. Кто – «А» или «Б» - победит в этой игре, как бы ни играл партнер? Рассмотрите случаи:

  А) 4 станции, соединенные друг с другом (рис. 1);
  Б) одна «кольцевая линия» с $N \geqslant 3$ станциями и одна станция в центре (рис. 2);
  В) схема в виде «полоски» из N квадратиков (рис. 3);
  Г) 8 станций, соединенных так, как показано на рис. 4;
  Д) 10 станций, соединенных так, как показано на рис. 5.

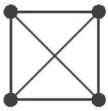


Рис. 1

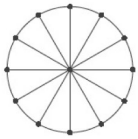


Рис. 2

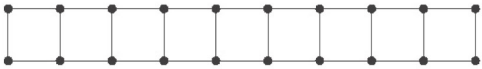


Рис. 3

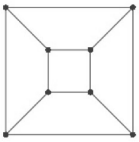


Рис. 4

Рис. 5

- Два администратора гостиницы играют друг с другом. В гостинице N одинаковых номеров. В начале игры в каждом номере живет по одному человеку. За один ход администратор может всех жителей одного номера переселить в другой, а в освободившемся номере начать делать ремонт. При этом в номере не должно оказаться больше людей, чем мест. Администратор, который не может сделать ход, проигрывает. Кто

- начинающий или его соперник – победит в этой игре, как бы ни играл его партнер? Рассмотрите случаи:

А) номера шестиместные, N = 10
Б) номера трехместные, N = 15
В) номера трехместные, N = 17
Г) номера трехместные, N любое
Д) номера четырехместные, N любое

Базовый модуль

Образовательная программа по направлению «Математика»
24 часа

Пояснительная записка

Программа вводного модуля предназначена для ознакомления учащихся с применением математики в инженерии, получения базовых навыков для дальнейших исследований. Также модуль служит для определения будущих исследовательских интересов учащихся (несмотря на то, что не все темы математики затрагиваются в рамках вводного модуля, тьютор в рамках дискуссий с учащимися формирует целостное видение современных методов, задач и направлений исследований).

Цель модуля

Целью модуля является формирование у учащихся навыков и компетенций, необходимых для дальнейшей проектной работы с применением знаний математики, формирование логического мышления, структурирование знаний, умение формализовать процессы

Задачи модуля

- Формирование гибких (soft) компетенций (4K: критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация)
- Знакомство с практической математикой
- Изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики
- Изучение и расчет теории вероятности
- Изучение основных характеристик математической статистики
- Освоение основных видов распределения
- Изучение существующих систем координат и построения сложных фигур
- Освоение теории графов и поиска кратчайшего пути
- Знакомство с транспортными задачами и их решением
- Изучение основ построения математических моделей с использованием численных методов
- Освоение программ Wolframe Alpha, Microsoft Office Excel

- Приобретение навыков разработки математических моделей
- Изучение методов обработки данных
- Приобретение навыков презентации проекта в разделе математики

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ	
РАЗДЕЛЫ, ЗАНЯТИЯ	**ЧАСЫ**
I ГЕОМЕТРИЯ	**6**
Виды систем координат	2
Основные виды фигур	2
Вектора	2
II ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ	**6**
Основные свойства	2
Математическая логика	2
Прикладные задачи	2
III ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	**6**
Определение, свойства	2
Комбинаторика	2
Области применения	2
IV ТЕОРИЯ ГРАФОВ	**6**
Поиск кратчайшего пути	2
Транспортная задача	2
Задача массового обслуживания	2

Схема обучения:

1. Построение модели в Wolframe Alpha
2. Подробный разбор модели
3. Закрепление пройденного материала в Microsoft Office Excel

Место модуля в образовательной программе

Вводный модуль предназначен для развития логики, формирования структурированного мышления, применения математи-

ческих знаний на практике. Модуль включает в себя введение в основные разделы геометрии, теории множеств, теории вероятностей, теории графов. Также значительный акцент уделяется изучению базы знаний Wolframe Alpha и инструментов Microsoft Office Excel, который является распространенным и простым. В результате освоения программы учащиеся будут способны применять базовые знания по математике для решения проектных и практических задач.

Рекомендуемые методы

Кейс-метод

Метод проектов

Требования к результатам освоения программы модуля

В результате прохождения освоения программы модуля учащийся должен обладать следующими компетенциями:

Личностные и межличностные компетенции (Soft skills)

- 4К: критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация
- умение искать и анализировать информацию в открытом доступе
- конструктивная критика результатов работы других разработчиков
- навык командной работы
- навык анализа промежуточных результатов разработки
- умение структурировано преподносить результаты собственной разработки
- умение анализировать результаты других разработчиков

Знаниевые и профессиональные компетенции (Hard skills)

- база знаний Wolframe Alpha
- инструменты Microsoft Office Excel
- знание и умение применять математические инструменты
- освоение комбинаторики, теории множеств, математической логики
- знания в расчете теории вероятностей
- знания о существующих системах координат и построения

сложных фигур
- знания в теории графов и поиска кратчайшего пути
- умение решать транспортные задачи
- умение строить математические модели

Рекомендации наставникам

В рамках вводного модуля педагогу следует сконцентрироваться на формировании основных профессиональных компетенций (Hard skills): математическое моделирование (по результатам модуля ученики должны освоить инструменты Wolframe Alpha и Microsoft Office Excel). При этом Wolframe Alpha представляет из себя базу знаний, а Microsoft Office Excel является инструментом для реализации задач.

Также, стоит учитывать, что предлагаемые материалы носят характер рекомендаций, а не жестких планов и правил. Тьютор должен проявлять гибкость и пересматривать план работы в соответствии с уровнем и интересами группы.

Учебно-тематический план

Продолжительность программы вводного модуля составляет 6 недель, или 24 академических часа.

Количество обучающихся в группе: 14
Частота занятий: 2 занятия в неделю
Продолжительность одного занятия: 2 академических часа

Раздел 1: геометрия

Название: Наглядная геометрия.
Кол-во часов/занятий: 6/ 3.
Hard Skills:
Системы координат, геометрические преобразования, навык разработки и моделирования геометрических объектов.
Soft Skills:
Умение работать с информацией в свободном доступе, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы, навык анализа промежуточных результатов разработки, умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение анализировать результаты других разработчиков.
Место проведения: Квантум.

Раздел 2: теория множеств

Название: Пространство безгранично.
Кол-во часов/занятий: 6 / 3.
Hard Skills:
Умение использовать теорию множеств, математическую логику для решения задач.
Soft Skills:
Умение работать с информацией в свободном доступе, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы, навык анализа промежуточных результатов разработки, умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение анализировать результаты

других разработчиков.
Место проведения: Квантум.

Раздел 3: теория вероятностей

Название: Все вероятно.
Кол-во часов/занятий: 6 / 3.
Hard Skills:
Умение использовать комбинаторику, математическую логику для решения задач, навык расчета вероятности.
Soft Skills:
Умение работать с информацией в свободном доступе, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы, навык анализа промежуточных результатов разработки, умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение анализировать результаты других разработчиков.
Место проведения: Квантум.

Раздел 4: теория графов

Название: От А до Я.
Кол-во часов/занятий: 6 / 3.
Hard Skills:
Умение визуализировать процессы с использованием графов, поиск кратчайшего пути на графе, умение искать оптимальное решение транспортной задачи, численное моделирование процесса.
Soft Skills:
Умение работать с информацией в свободном доступе, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы, навык анализа промежуточных результатов разработки, умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение анализировать результаты других разработчиков.
Место проведения: Квантум.

Перечень оборудования и материалов

(из расчета: группа - 14 учащихся, продолжительность модуля - 24 часа)

Компьютерное оборудование:

- Компьютер с монитором, клавиатурой и мышью (или ноутбук)

Минимальные системные требования:

Операционная система	Windows (не ниже 8)
ЦПУ	Intel Core i3
Оперативная память	8 Gb
Свободное место на диске	10 Gb
Наличие интернет подключения	Требуется

Программное обеспечение:

- Microsoft Office Excel
- Интернет для использования Wolframe Alpha

Презентационное оборудование:

- Проектор и экран/ТВ с большим экраном (требуется возможность подключения к компьютеру)
- Маркерная доска/флипчарт

Базовый курс

Категория кейса (уровень сложности)
Вводный.

Место в структуре модуля
Знания данного блока необходимы для последующих блоков и связаны с практическим использованием математических инструментов. В частности, основные задачи курса: знакомство с Microsoft Office Excel и базой знаний Wolframe Alpha, формирование необходимых универсальных (Soft Skills) и предметных (Hard Skills) навыков для решения задач с использованием инструментов математического моделирования.

Количество учебных часов: 24

I ГЕОМЕТРИЯ

Геометрия является базовым разделом математики, для понимания реального и физического мира вокруг. А также для визуализации данных и перехода из одной системы координат в другую.

Занятие 1

Цель: изучить виды систем координат такие, как декартовая, трехмерная, цилиндрическая, полярная, сферическая;
Что делаем: изучаем существующие системы координат в Wolframe Alfa, реализуем изученные способы визуализации в Microsoft Excel;
Компетенции: умение работать с информацией в свободном доступе, умение реализовывать полученные знания.
Количество часов: 2

Занятие 2

Цель: изучить основные виды фигур.
Что делаем: изучаем фигуры и их основные составляющие в Wolframe Alfa, реализуем правила построения фигур в Microsoft Excel.
Компетенции: умение строить геометрические фигуры.
Количество часов: 2

Занятие 3

Цель: изучить что такое вектор и как его использовать.
Что делаем: изучаем что такое векторное исчисление в Wolframe Alfa, реализуем полученные знания в Microsoft Excel.
Компетенции: освоение основ векторного исчисления.
Количество часов: 2

II ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ

Теория множеств необходима для определения пространств, соотношения и меры относительно друг друга. На множествах формируются основные законы математической логики и операции над ними.

Занятие 4

Цель: куда себя отнести?
Что делаем: изучаем множества и виды в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.
Компетенции: освоение теории множеств.
Количество часов: 2

Занятие 5

Цель: Логика – это наше все.
Что делаем: изучаем основы математической логики в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.
Компетенции: освоение законов математической логики.
Количество часов: 2

Занятие 6

Цель: придумать и проверить высказывания.
Что делаем: проверяем высказывания на истинность с использованием законов логики.
Компетенции: умение использовать правила математической логики для реальной жизни.
Количество часов: 2

II ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Теория вероятностей служит для обоснования математической и прикладной статистики, которая в свою очередь используется при планировании и организации производства, при анализе технологических процессов, предупредительном и приемочном контроле качества продукции и для многих других целей. Впервые этот раздел математики начинал развиваться с теории азартных игр, далее развивался «Закон больших чисел». Сейчас теория вероятностей нашла применение в: в теории надежности, теории массового обслуживания, теоретической физике, геодезии, астрономии, теории стрельбы, теории ошибок наблюдений, теории автоматического управления и т.д.

Занятие 7

Цель: что такое вероятность?
Что делаем: изучаем основную формулу вероятности в Wolframe Alfa, реализуем полученные знания в Microsoft Excel.
Компетенции: умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение использовать формулу вероятности.
Количество часов: 2

Занятие 8

Цель: изучить основы комбинаторики.
Что делаем: изучаем основные методы комбинаторики в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.
Компетенции: освоение основ комбинаторики.
Количество часов: 2

Занятие 9

Цель: 50/50.
Что делаем: ищем процессы которые отражают вероятностный подход.
Компетенции: освоение основ вероятности.
Количество часов: 2

III ТЕОРИЯ ГРАФОВ

Вся современная логистика основана на математических методах. Где расположить склады и сервисные пункты? Как распределить товары по вагонам и грузовикам, какими маршрутами все это отправить? Сколько товара держать на складе и как часто его пополнять? Как составить расписание поездов, самолетов, большого производства и даже спортивных соревнований? По большому счету это наука о том, как оптимально организовать процессы бизнеса и производства. Сюда, безусловно, относится логистика, а также многие другие задачи, например, из области финансов или телекоммуникаций. Сложность задач оптимизации заключается в невообразимом множестве возможных решений. Чтобы продемонстрировать масштаб проблемы, давайте посмотрим на самый простой вариант расписания занятий.

Занятие 10

Цель: изучить метод кратчайшего пути с использованием графов.
Что делаем: получить представление о графах, основные понятия и области применения, изучить метод кратчайшего пути на графе, исследовать найденный путь.
Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.
Количество часов: 2

Занятие 11

Цель: изучить моделирование и расчет транспортной задачи;
Что делаем: уметь формализовать, рассчитывать и анализировать транспортную модель (задачу).
Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.
Количество часов: 2

Занятие 12

Цель: изучить моделирование задачи массового обслуживания.
Что делаем: уметь формализовать, рассчитывать и анализировать задачу массового обслуживания.
Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.
Количество часов: 2

Предполагаемые результаты учащихся, формируемые навыки

Универсальные навыки (Soft Skills):
- умение работать с информацией в свободном доступе
- умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы
- навык анализа промежуточных результатов разработки
- умение структурировано преподносить результаты собственной разработки
- умение анализировать результаты других разработчиков

Предметные навыки (Hard Skills):
- Microsoft Office, Excel
- База знаний в интернете Wolframe Alpha

Процедуры и формы выявления образовательного результата: Универсальные навыки оцениваются с помощью групповой рефлексии. Предметные навыки преподаватель оценивает в процессе работы над проектом и по результатам итоговой презентации.

Необходимое оборудование

- Компьютер с установленным программным обеспечением и доступом к сети интернет
- Оборудование для презентации: проектор, экран

Углубленный модуль

Образовательная программа по направлению «Математика»
32 часа

Пояснительная записка

Программа углубленного модуля предназначена для приобретения навыков математического моделирования реальных технических объектов. Также модуль служит для определения будущих интересов обучающихся (несмотря на то, что не все темы математики затрагиваются в рамках углубленного модуля, педагог в рамках дискуссий с учениками формирует целостное видение современных методов, задач и направлений исследований). Например, темы исследований:

- расчет двигателя самолета или вертолета;
- расчет обтекания крыла;
- расчет расхода топлива в зависимости от разных параметров;
- расчет времени жизни спутника от высоты и других параметров;
- исследование и расчет скорости развития болезней у животных, птиц, паразитов и т. д.
- исследование и расчет скорости размножения или вымирания популяций;
- расчет распределения температуры на разных поверхностях;
- расчет надежности технических устройств или систем.

Цель модуля

Целью модуля является формирование у учащихся навыков и компетенций, необходимых для осуществления математического моделирования реальных технических процессов в проектной деятельности.

Задачи модуля

- Формирование гибких (soft) компетенций (4K: критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);
- Знакомство с основами математического моделирования;
- Понимание и нахождение производной;
- Понимание и нахождение интеграла;

- Изучение и постановка «Задачи Коши»;
- Изучение и формулировка «начально-краевой задачи»;
- Изучение способов вычисления дифференциальных уравнений;
- Изучение физики процесса;
- Изучение основ построения математических моделей с использованием численных методов;
- Анализ результатов на адекватность, точность, устойчивость, практичность;
- Освоение программ Wolframe Alpha, Wolframe Mathematica, Microsoft Office, Excel, MatLab, MathCad;
- Изучение методов обработки данных;
- Приобретение навыков презентации проекта в разделе математики.

УГЛУБЛЕННЫЙ МОДУЛЬ	
РАЗДЕЛЫ, ЗАНЯТИЯ	**ЧАСЫ**
I ПРОИЗВОДНАЯ	8
II ИНТЕГРАЛ	8
III ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И АНАЛИЧИЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ	8
IV СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	8

Источники информации

Для преподавателей

Обязательно для изучения

А.И. Сгибнев. Исследовательские задачи для начинающих. 2-е изд., испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2015. – 136 с.

А.Н. Васильев. Числовые расчеты в Excel: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 608 с.

Решение прикладных задач с помощью табличного процессора Excel. Ахмадиев Ф.Г., Гиззятов Р.Ф., Габбасов Ф.Г. Казань: КГАСУ, 2014. – 42 с.

Владимир Савельев. Статистика и котики. При поддержке ЦИиР Юрия Корженевского, 2017. – 89 с.

Нелли Литвак, Андрей Райгородский. Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир. Москва, «Манн, Иванов и Фербер», 2017. - 192 с.

И.Ю. Ефимова. Компьютерное моделирование: сб. практ. работ/ И.Ю. Ефимова, Т.Н. Варфоломеева. – 2-е изд., стер. – М.: Флинта, 2014. – 67 с.

В.Н. Шкляр. Планирование эксперимента и обработка результатов. Издательство томского политехнического университет, 2010. – 90 с.

Н.Н. Моисеев. Математика ставит эксперимент. Наука. Главная редакция физико-математической литературы, М., 1979. – 222 с.

Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. Высшая математика для начинающих физиков и техников. М.: Наука, 1982. 512 с.

Д. Пойа. Как решать задачу. Перевод с английского В.Г. Звонаревой и Д.Н. Белла. Под редакцией Ю.М. Гайдука. Государ-

ственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, Москва, 1961. – 204 с.

Геометрия. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2010. – 127 с.

Геометрия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2011. – 175 с.

Геометрия. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2012. – 143 с.

О.И. Мельников. Занимательные задачи по теории графов: Учеб. - метод. Пособие. – Изд-е 2-е, стереотип. – Мн. «Театра-Системс», 2001. – 144 с.

Использование Wolframe Alpha при решении математических задач: методические указания/ А.С. Маренич, Е.Е. Маренич. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 37 с.

Дополнительно для изучения

Л.В. Рудикова. Microsoft Excel для студента. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005. – 368 с.

С.В. Поршнев. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете Matlab: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 736 с.

Мартин Гардер. Математические новеллы [пер. с англ. Ю.А. Данилова]. Под ред. Я.А. Смородинского – М.: Издательство «Мир», 1974. – 456 с.

Ю. П. Шевелев. Дискретная математика, Ч. 1: Теория множеств. Булева алгебра (Автоматизированная технология обучения «Символ»): Учебное пособие. - Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2003. – 118 с.

И.В. Арнольд. Теоретическая арифметика. Государственное учебно-педагогическое издательство Москва, 1938. – 480 с.

Д. Пойа. Математика и правдоподобные рассуждения. Перевод с английского И.А. Вайнштейна. Под редакцией С.А. Яновской. Издательство «Наука», Москва, 1975. – 464 с.

Интернет ресурсы

https://www.mccme.ru/free-books/

https://sites.google.com/site/prasolovskacatmoiknigi/

http://kvant.mccme.ru/oblozhka_djvu.htm

http://kvant.mccme.ru/key.htm

http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus

Алгоритмизация

https://www.coursera.org/learn/algoritmizacija-vychislenij курс по алгоритмизации вычислений

Наука о данных (Data Science)

https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis набор курсов по анализу данных

Математика

https://www.coursera.org/learn/mathematics-and-python курс математики, включающий основы математического анализа, линейной алгебры, методов оптимизации, теории вероятностей и математической статистики

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видео каналы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.

«Математика тулкит»

Автор: Светлана Говор
Редактор: Марина Ракова
Оформление: Николай Скирда (обложка, макет),
Алексей Воронин (верстка)

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

Фонд новых форм развития образования
PLUS ULTRA | ДАЛЬШЕ ПРЕДЕЛА

КВАНТОРИУМ

www.roskvantorium.ru