Межпредметные связи как средство повышения качества образования: математика и управление воздушным движением

Акимова Анастасия Алексеевна,

курсант Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Глухов Владимир Петрович,

окончил Ульяновский государственный педагогический институт имени И.Н. Ульянова (1970), кандидат физико-математических наук, доцент, УИ ГА, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, автор более 60 научных работ. Область научных интересов — функциональный анализ, педагогика высшей школы

Узкая Алина Сергеевна,

курсант Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

Аннотация. Статья посвящена проблеме связи двух учебных предметов профильного уровня и управления качеством образования в Ульяновском институте гражданской авиации.

В данной работе показано как использование математических расчетов помогает организовать безопасные учебные полеты курсантами на самолетах DA-42. С помощью методов математического и компьютерного моделирования решается задача, позволяющая избежать столкновения и опасного сближения воздушных судов.

Ключевые слова: качество образования, воздушное судно (ВС), столкновение, опасное сближение, математическая модель, компьютерное моделирование.

Введение

Международными организациями, которые занимаются стандартизацией на основе ИСО 9001, было принято определение, где качество объясняется как совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. В образовании качество обычно рассматривается не только как результат деятельности, но и как процесс, направленный на достижение запланированных результатов с учетом внутреннего потенциала и внешних условий объекта. [5]

Важное место в подготовке диспетчера, управляющего воздушным движением (далее УВД), занимает математика.

В настоящее время одним из лучших и безопасных методов исследования и решения многих проблем науки, производства, образования, а так же других сфер деятельности является математическое и компьютерное моделирование (см, например, [1,6]). Обеспечение безопасности полетов воздушных судов — актуальная проблема, которая решается трудом многих коллективов. На этапе эксплуатации данную задачу решают многие службы, в том числе и специалисты по УВД и организации воздушного движения. [1]

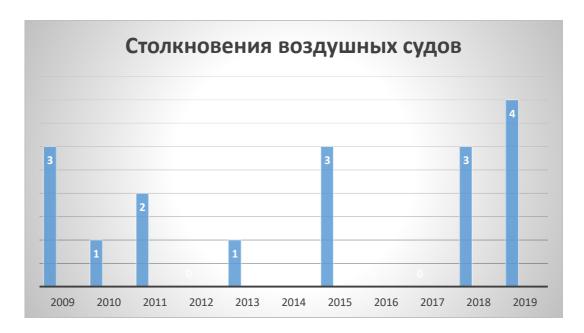
Как выработать наилучшее решение, чтобы избежать опасного сближения или вообще столкновения воздушных судов? Ответ на этот вопрос можно получить, создав математические и компьютерные модели. В данной работе наглядное представление о полетах представлено на графе.

Целью данной работы является сопоставление (взаимосвязь, синергия) двух дисциплин в программе подготовке диспетчеров по управлению воздушным движением: математики и управления воздушным движением.

Задача

Найти алгоритм решения рассматриваемой проблемы, используя математическое моделирование, и составить компьютерную модель задачи: «Организовать полеты самолетов по двум пересекающимся маршрутам таким образом, чтобы исключить их столкновение и избежать их опасного сближения».

Поставленная задача является актуальной и в настоящее время, поскольку, к сожалению, происходят столкновения ВС, см. диаграмму.



Решение

Алгоритм:

1. Построим граф (модель, план) полетов самолетов (см. [3],[4]):

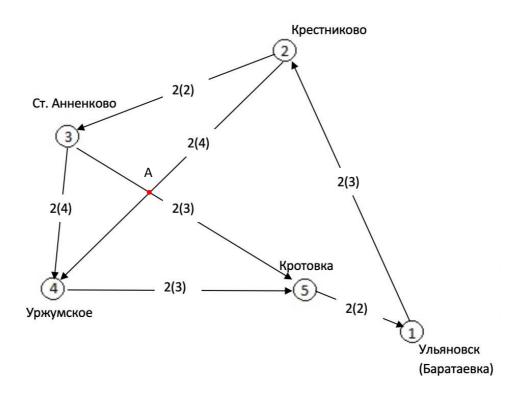


Рис.1. Граф полетов двух ВС

Рассмотрим маршруты полетов двух ВС:

 M_1 [1,2,3,5] – маршрут первого ВС

 M_{2} [1,2,4,5] — маршрут второго BC

Анализ графа полетов говорит о том, что маршруты полетов имеют общую часть 1-2 и точку пересечения А.

І. Возможно ли столкновение на общей части маршрута?

Обозначим:

 V_1 – скорость первого BC;

 $V_2-\,$ скорость второго BC;

S- длина общей части маршрута;

α - интервал между взлетами ВС.

Это возможно, если $V_2 > V_1$ и зависит от α .

Для общей части маршрута математическая модель задается формулой:

$$f(S, V_1, V_2, \alpha) = \frac{S}{V_1} - \frac{S}{V_2} - \alpha \tag{1}$$

Если формулу (1) приравнять к 0 при фиксированных S, V_1, V_2 , то найдем значение α , которое назовем критическим и обозначим $\alpha_{0, \mathrm{kp}}$.

Если два BC летают по одному и тому же маршруту, то данная математическая модель будет описывать эту ситуацию.

Покажем на примере анализ данной математической модели.

Если, например, общая часть маршрута 100 км, скорость V_1 =4 км/мин, V_2 =5 км/мин, α =5.

Первое BC за 5 мин удалится на 20 км. Второе BC : V_2 - V_1 =1 км/мин. Чтобы второе BC догнало первое, понадобится 20 минут. По завершении общей части маршрута, на сотом километре, произойдет столкновение. Для того, чтобы избежать столкновения, необходимо увеличить α .

$$t = \frac{\alpha V_1}{V_2 - V_1}$$
, где t - время, за которое второе ВС догонит первое.

Если α равно, например, 4, то второе BC столкнется с первым на восьмидесятом километре маршрута и произойдет через 16 минут полета второго BC.

Если же $V_1 = V_2$ то $\alpha_{0, \text{кр}}$ будет равно 0.

Для того, чтобы избежать не только столкновения, но и опасного сближения ВС, увеличим интервал между взлетами ВС на 2 минуты. При скорость 5 км/мин расстояние между ВС будет составлять 10 км.

Минимальный интервал при полете BC на одной высоте (эшелоне) устанавливается не менее 10 км (в соответствии с [2]).

Дальнейший анализ проводится аналогичным образом.

Итак, в результате получим, если $\alpha < \alpha_{0,kp}$, то произойдет столкновение BC, а если $\alpha > \alpha_{0kp} + 2$, то не только избежим столкновения, но и опасного сближения BC.

Таким образом, данная формула $\alpha > \alpha_{0 kp} + 2$ представляет собой критерий безопасного полета BC на общей части маршрута, с точки зрения опасного сближения и столкновения BC.

II. Возможно ли столкновение на пересечении маршрутов?

Для этого найдем длины маршрутов от точки старта до точки пересечения маршрутов, то есть до т.А.

Чтобы найти длины маршрутов, найдем координаты точки пересечения (для этого предварительно введем систему координат). Для этого:

а) Составим уравнения прямых 3-5 и 2-4:

3-5:
$$a_1x+b_1y=c_1$$

2-4:
$$a_2x+b_2y=c_2$$

b) Для нахождения координат точки пересечения решим систему:

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y = c_1 \\ a_2 x + b_2 y = c_2 \end{cases}$$

с) Найдем расстояние от точек 2 и 3 до т.А, обозначив их соответственно через d_1 и d_2 :

$$d_1 = \sqrt{(x_{II1} - x_A)^2 + (y_{II1} - y_A)^2}$$

НАУКА ОНЛАЙН. 2019. №2 (7)

$$d_2 = \sqrt{(x_{\Pi 2} - x_A)^2 + (y_{\Pi 2} - y_A)^2}$$

d) Найдем длины частей маршрута самолетов:

$$S_1 = S(1,2,3,A) + d_1$$

$$S_2 = S(1,2,A) + d_2$$

е) Найдем время полетов самолетов на участках S_1 и S_2 :

$$t_1 = \frac{S_1}{V_1}$$
 ; $t_2 = \frac{S_2}{V_2}$

f) Сравним величины t_1 и $t_2 + \alpha$, где α – интервал между стартами самолетов

Если окажется $t_1 = t_2 + \alpha$, то произойдет столкновение самолетов.

Найденное α назовем критическим и будем обозначать $\alpha_{1, \text{кр}}$

Если есть пересечение маршрутов, то обозначим:

 S_1 , S_2 — расстояния от точки взлета до точки пересечения маршрутов в соответствии с маршрутами M_1 и M_2 (см. Рис.1.); математическая модель полетов ВС по их маршрутам будет задаваться формулой:

$$f(S_1, S_2, V_1, V_2, \alpha) = \frac{S_1}{V_1} - \frac{S_2}{V_2} - \alpha$$
 (2)

Если при заданных S_1, S_2, V_1, V_2 , функцию $f(S_1, S_2, V_1, V_2, \alpha)$ приравнять к нулю, то найдем значение α , которое назовем критическим и обозначим $\alpha_{1, \text{кр}}$.

Итак, в результате получим, если $\alpha = \alpha_{1, \text{кр}}$, то произойдет столкновение ВС, а если $\alpha \neq \alpha_{1, \text{кр}}$, то столкновения не произойдет.

Для того, чтобы избежать столкновения, изменим время старта второго самолета, таким образом: $\alpha = \alpha_{1, \text{кp}} \pm \beta$.

Таким образом, данная формула $\alpha = \alpha_{1,kp} \pm \beta$ представляет собой критерий безопасного полета BC при условии, что выполнен критерий $\alpha > \alpha_{0kp} + 2$, с точки зрения опасного сближения и столкновения BC.

Например, если $V_1 = V_2$ и $\alpha_{1, \text{кp}} = 5$, то β можем взять равной 3, используя в формуле $\alpha = \alpha_{1, \text{кp}} \pm \beta$ знак минус.

Если же, например, $\alpha_{1, \text{кр}} = 1$, то β можем взять равной 2 со знаком плюс.

III. Рассмотрим упрощенную компьютерную модель решаемой задачи.

Для того, чтобы избежать опасного сближения BC, изменим время старта второго BC таким образом, чтобы время пролета через точку A (на графе – т. ПКС – потенциально конфликтная ситуация) одного из BC было не меньше величины β , которая зависит от скоростей BC.

Для составления компьютерной модели предположим, что V_1 = V_2 =280 км/час и β =2 мин.

Для составления динамической компьютерной модели воспользуемся программой «Графоанализотор» и графическими возможностями программы «Paint».

Таблица 1.Столкновение:

BC	1	2	3	т. ПКС	4	5
1	00:00'	00:07'	00:11'	00:13'	-	00:16'
2	00:02'	00:09'	-	00:13'	00:15'	00:19'

Отобразим некоторые моменты полетов ВС:

НАУКА ОНЛАЙН. 2019. №2 (7)

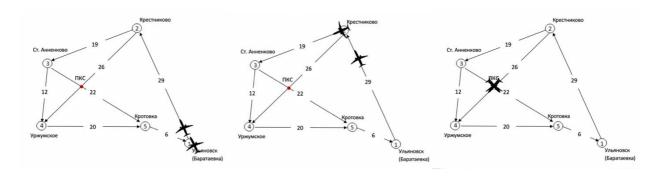


Рис.2. Вылет ВС из т.1

Рис.3. Промежуточное положение BC в т.2

Рис.4. Столкновение ВС в т. ПКС

Таблица 2. Без опасного сближения:

BC	1	2	3	т. ПКС	4	5
1	00:00'	00:07'	00:11'	00:13'	-	00:16'
2	00:04'	00:11'	-	00:15'	00:17'	00:21'

Отобразим некоторые моменты полетов ВС:

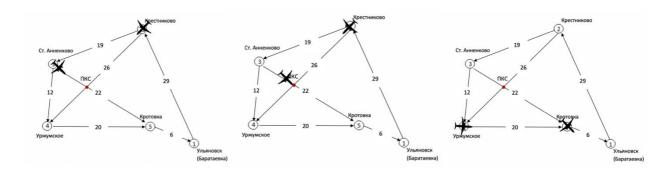


Рис.5. Промежуточное положение BC в т.2 и т.3

Рис.7. Промежуточное положение ВС в т. 4 и т.5

Рис.6. Промежуточное положение ВС в т.2 и т. ПКС

Необходимо отметить, что размеры сети являются реальными, указаны расстояния по воздушным трассам. Скорость ВС примем равной 280 км/ч – это крейсерская скорость самолетов DA-42, на которых летают курсанты нашего института.

В более общей ситуации решение сводится к ранее решенной задаче для двух ВС путем перебора разных случаев.

Выводы

Два случая, рассмотренные в данной статье являются основными, остальные возможные ситуации полетов самолетов сводятся к этим случаям.

Найденные критерии безопасности позволяют организовать полеты и их управление таким образом, чтобы избежать не только столкновения, но и опасного сближения.

В настоящее время качество становится главным фактором, определяющим приоритеты прогресса во всех сферах жизнедеятельности, в том числе и в образовании, являющимся источником развития производительных сил общества и формирования человеческого капитала государства.

Исследовав материалы работы, было установлено, что математика и УВД две абсолютно незаменимые дисциплины в процессе подготовки диспетчеров по управлению воздушным движением, и только их совместное изучение даст отличный результат.

Построить современную систему обучения, способствующую усвоению профессиональных компетенций, возможно при соблюдении следующих условий:

- усвоение знаний должно осуществляться в процессе учебной работы, моделирующей будущую профессиональную деятельность;
- усвоение знаний должно осуществляться путем их применения, и не только в математике;
- механизмом осуществления учебной деятельности является решение задач (особенно диспетчерских);
- преподаватель должен организовать учебную деятельность и контроль за учебным процессом таким образом, чтобы можно было решить поставленную задачу. [6]

Актуальность проблем повышения качества образования носит вечный характер, поскольку именно ему отводится ведущая роль в обеспечении воспроизводства необходимой квалификации населения, уровень образованности которого – залог успешного развития общества и экономики, повышения национальной безопасности и общего потенциала.

Список использованных источников

- 1. Глухов В.П., Глухова Н.В., Евстигнеев Д.А., Кузнецова И.В. Математическое моделирование биологических процессов как реализация межпредметных связей на уроках математики и биологии: Учебнометодическое пособие.- Ульяновск: УИПКПРО, 2004.-28с.
- 2. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 13.06.2018) "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации".
- 3. Ф. Харари. Теория графов. // Москва, «Мир», 1973. (Перевод с английского. F. Harary, Graph theory, Addison-Wesley, 1969.)

- 4. Моделирование транспортной сети [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studfiles.net/preview/5589332/page:2/ (Дата обращения 04.05.2019).
- 5. Гладун А.В., Глухов В.П. Управление качеством образовательного процесса по математике / А.В. Гладун, В.П. Глухов // Научный вестник УИ ГА. -2018. № 10. C.82 88.
- 6. Глухов В.П. Математическое моделирование как средство повышения интереса к математике / В.П. Глухов, Н.В. Глухова // Актуальные вопросы методики обучения математике, физике и информатике: материалы Всерос. заоч. Конкурса науч. тр. Студентов педагогических вузов «Будущие учителя школе» и Всерос. науч.- практ. конф. преподавателей математики, физики и информатики школ и вузов «Актуальные вопросы методики обучения математике, физике и информатике». Ульяновск, 2012. С. 99 103.