

Визуализация задачи составления расписания при помощи графов

Ковалева Е.А

математика

9 класс, МАОУ СШ №59 «Перспектива» г. Липецка Липецкой области

Научный руководитель: профессор кафедры прикладной математики ЛГТУ Блюмин Семен Львович

Введение

Одной из важнейших и актуальных задач, решаемых системой образования, является составление расписания уроков. Эта задача достаточно сложна для многих школ, поскольку требует значительных затрат времени и материальных ресурсов.

Уже не первый год я занимаюсь решением задачи составления расписания. Казалось бы, так просто распределить учебные предметы по дням недели, но на самом деле все гораздо сложнее. В отличие от расписания занятий для ВУЗов, у школьного расписания больше ограничений и требований. В нашей школе некоторые учителя работают по совместительству, и им важно, чтобы график работы в школе не пересекался с графиком по основному месту работы. Помимо пожеланий учителей существуют санитарные нормы и правила организации учебного процесса, которые необходимо соблюдать.

1. Постановка задачи

В 2016 году я рассматривала применение алгебры логики и метода ветвей и границ к поставленной задаче. В 2017 я изучала применение генетического алгоритма к задаче составления расписания. В этом году цель моего исследования: изучение применимости графов к поставленной задаче, а именно визуализация при помощи графов задачи о составлении расписания.

2. Требования к расписанию в школе

Как уже было сказано, требования, предъявляемые к школьному расписанию строже, чем требования к расписанию для ВУЗов.

При составлении школьного расписания необходимо руководствоваться требованиями СанПин и пожеланиями учителей. Работоспособность учащихся в разные дни учебной недели отличается. Ее уровень растет к середине недели и остается низким в понедельник и в пятницу.

Распределение учебной нагрузки в течение недели строится так, чтобы наибольший объем приходился на середину недели, т.е на вторник, среду и четверг. В эти дни в расписание уроков включаются либо наиболее трудные предметы, либо средние и легкие, но в большем количестве. В 10-12 часов происходит наибольшая эффективность усвоения материала при наименьших психофизических затратах организма. В таблице 1 указано желаемое место предметов в расписании, согласно нормам СанПин.

Таблица 1. Желаемое место предметов в расписании, согласно нормам СанПин

	Химия	Геом-я	Физика	Алгебра	Биология	Англ. яз	Итал./Нем. Язык
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
	Рус. язык	Геог-я	История	Лит-ра	Физ-ра	Инф-ка	Общ-е
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

В таблице 2 приведена шкала трудности учебных предметов для учеников среднего звена по 13-балльной шкале М.И. Степановой, И.Э. Александровой, А.С. Седовой.

Таблица 2. Шкала трудности учебных предметов для среднего звена

	5 класс	6 класс	7 класс	8 класс	9 класс
Химия				10	12

	5 класс	6 класс	7 класс	8 класс	9 класс
Геометрия			12	10	8
Физика			8	9	13
Алгебра			10	9	7
Биология	10	8	7	7	7
Математика	10	13			
Иностранный язык	9	11	10	8	9
Русский язык	8	12	11	7	6
География	6	7	6	6	5
История	5	8	6	8	10
Технология	4	3	2	1	
Литература	4	6	4	4	7
ИЗО	3	3	1	3	
Физ. культура	3	4	2	2	2
Музыка	1	1	1		
Информатика	4	10	4	7	7
ОБЖ				3	
Обществознание	6	7	8	9	8
ОДНКНР	1				
Средняя суммарная трудоемкость в неделю	185-195	260-270	230-240	225-235	255-265

Также необходимо чередовать предметы различных предметных областей, так как для повышения работоспособности учащихся необходима смена деятельности. В таблице 3 приведены предметные области и учебные предметы, которые в них входят.

Таблица 3. Предметные области и учебные предметы, которые в них
ВХОДЯТ

Предметные области	Предметы
Филология	Русский язык, литература, иностранный язык
Математика и информатика	Алгебра, геометрия, информатика, математика
Общественнонаучные	История, обществознание, география, ОДНКНР
Естественнонаучные	Биология, физика, химия
Физкультура и ОБЖ	ОБЖ, Физ. культура
Музыка, ИЗО, технология	Музыка, ИЗО, технология

Также необходимо учитывать пожелания учителей. В нашей школе некоторые учителя являются внешними совместителями, и им необходимо, чтобы график работы в школе не пересекался с местом по основному месту

работы. Есть учителя, которые живут в отдаленных районах нашей области, поэтому они не могут приходить в школу к первым урокам. Есть учителя, которые ведут уроки не только среднего звена, но и у начального, и это тоже необходимо учитывать.

Таблица 4. Пожелания учителей

ФИО учителя	Предмет(ы)	Пожелания
Смоленцева Татьяна Евгеньевна	Математика	Только 1-3 урок
Горшин Сергей Юрьевич	Физическая культура	1-4 урок
Золоторёва Наталья Александровна	ОБЖ, ИЗО	ОБЖ 5-7 урок; ИЗО 1-4 урок
Смолянинова Вера Ивановна	Русский язык, Литература	3-7 урок

3. Графы в задаче составления расписания

Для того чтобы составить расписание для параллели 9-х классов я буду применять графы. Они помогают более наглядно показать решение задачи и упрощают поиск подходящего решения. Но так как эта задача считается NP-сложной, то в первый год работы по данному направлению была поставлена цель - составить расписание только для девярых классов.

На основании норм СанПин, пожеланий учителей и профилей классов совместно с руководством школы была составлена таблица 4, отображающая какие предметы должны проводиться у того или иного класса в заданный день недели. Плюсы показывают должны ли проводиться занятия по данному предмету или нет. Если в ячейке два плюса, то это значит, что занятия по данному предмету должны быть проведены дважды.

Таблица 4. Предметы, которые должны быть проведены у каждого класса.

	Понедельник			Вторник			Среда			Четверг			Пятница		
	9А	9Б	9В	9А	9Б	9В	9А	9Б	9В	9А	9Б	9В	9А	9Б	9В
Химия (1)	+	+	+										+	+	+
Геометрия(2)			+	+				+	+	+				+	
Физика(3)				+	+	+							+	+	+
Алгебра(4)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	Понедельник			Вторник			Среда			Четверг			Пятница		
Биология (5)	+	+					+		+		+				+
Английский язык(6)	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	
Итал./Нем. язык(7)					+	+	+	+	+	+					
Русский язык(8)				+	+	+	+	+	+	+	++	++			
География(9)	+					+		+				+	+	+	
История(10)		+		+				+	+				+		+
Литература (11)		+	+	+	+		+		+	+	+	+			
Физическая культура(12)	+		+		+					+	+				+
Информатика (13)		+					+					+			
Обществознание(14)	+					+		+							

Основываясь на данной таблице, построим графы для каждого дня недели, вершинами которых будут являться названия дисциплин (для более удобного представления в таблице указан порядковый номер дисциплины, если предмет должен проводиться дважды, то к номеру предмета добавляется «д»). Ребра будут соединять дисциплины, которые нельзя проводить одновременно. В одно время не могут проводиться занятия по предметам, которые ведет один и тот же учитель, а также остальные дисциплины, которые должны быть проведены в этот день у данного класса. На рисунках 1, 2, 3, 4 и 5 в приложении представлены графы для каждого дня недели. На них наглядно отображено, какие предметы не могут проводиться в одно время, а какие можно проводить одновременно.

Для определения номера урока в расписании необходимо раскрасить граф. Основываясь на таблице 1 и таблице 3, для каждого дня недели составим в таблицу, в которой будет указано, каким по счету уроком должен проводиться этот предмет и на каких уроках учитель может провести его. Каждому уроку был присвоен свой цвет: 1-ый урок – красный; 2-ой урок – оранжевый; 3-ий урок – желтый; 4-ый урок – синий; 5-ый урок –

фиолетовый; 6-ой урок – зеленый; 7-ой урок – серый. Любая раскраска, удовлетворяющая составленной таблице, будет давать подходящий вариант расписания. Тем самым посмотрев на граф, можно сразу сказать каким по счету уроком какой предмет и у какого класса проводиться.

3.1 Понедельник

Таблица 5. Входные данные для построения графа

Предмет	СанПин	Пожелания
Химия	1, 2, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5
Английский язык	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
География	1, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Физ. культура	1, 2, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Обществознание	2, 3, 4, 5, 6	Наталья Геннадьевна:2, 3, 4 Анастасия Алексеевна:3, 4, 5
Биология	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
История	2, 3, 4, 5, 6, 7	Наталья Геннадьевна:2, 3, 4 Анастасия Алексеевна:3, 4, 5
Информатика	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Литература	1, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Алгебра	2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Геометрия	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Опираясь на информацию, приведенную в таблице 5, раскрасим граф. На рисунке 6 в приложении представлена одна из возможных раскрасок графа.

3.2 Вторник

Таблица 6. Входные данные для построения графа

Предмет	СанПин	Пожелания
Физика	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5
Английский язык	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Русский язык	2, 3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6, 7
Физ. культура	1, 2, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Обществознание	2, 3, 4, 5, 6	Наталья Геннадьевна:2, 3, 4 Анастасия Алексеевна:3, 4, 5
Итальянский/Немецкий язык	1, 2, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Информатика	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Литература	1, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Алгебра	2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Геометрия	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Опираясь на информацию, приведенную в таблице 6, раскрасим граф. На рисунке 7 в приложении представлена одна из возможных раскрасок графа.

3.3 Среда

Таблица 7. Входные данные для построения графа

Предмет	СанПин	Пожелания
География	1, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Английский язык	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Русский язык	2, 3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6, 7
История	2, 3, 4, 5, 6, 7	Наталья Геннадьевна: 2, 3, 4 Анастасия Алексеевна: 3, 4, 5
Физ. культура	1, 2, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Обществознание	2, 3, 4, 5, 6	Наталья Геннадьевна: 2, 3, 4 Анастасия Алексеевна: 3, 4, 5
Итальянский/Немецкий язык	1, 2, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Информатика	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Литература	1, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Алгебра	2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Геометрия	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Опираясь на информацию, приведенную в таблице 7, раскрасим граф. На рисунке 8 в приложении представлена одна из возможных раскрасок графа.

3.4 Четверг

Таблица 8. Входные данные для построения графа

Предмет	СанПин	Пожелания
География	1, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Английский язык	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Русский язык	2, 3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6, 7
Биология	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6
Физ. культура	1, 2, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Итальянский/Немецкий язык	1, 2, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Информатика	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Литература	1, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Алгебра	2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Геометрия	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Опираясь на информацию, приведенную в таблице 8, раскрасим граф. На рисунке 9 в приложении представлена одна из возможных раскрасок графа.

3.5 Пятница

Таблица 9. Входные данные для построения графа

Предмет	СанПин	Пожелания
География	1, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Английский язык	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Русский язык	2, 3, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6, 7
Биология	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6

Физ. культура	1, 2, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Итальянский/Немецкий язык	1, 2, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Информатика	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Литература	1, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Алгебра	2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Геометрия	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Опираясь на информацию, приведенную в таблице 9, раскрасим граф. На рисунке 10 в приложении представлена одна из возможных раскрасок графа.

В таблице 10 приведен готовый вариант расписания для 9А класса, который был составлен, опираясь на графы, приведенные в приложении .

Таблица 10. Расписания для 9А класса

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
	9А	9А	9А	9А	9А
1	Химия	Геометрия	Информатика	Геометрия	Геометрия
2	Английский яз.	Алгебра	Биология	Физ. культура	Физика
3	Обществознание	Русский язык	Алгебра	Русский язык	Алгебра
4	Биология	Физика	Литература	Алгебра	Английский яз.
5	География	Литература	Русский язык	Литература	Химия
6	Физ. культура	История	Итал./ Нем. язык	Английский яз.	География
7		Английский яз.	Английский яз.	Итал./ Нем. язык	

В таблице 11 приведен готовый вариант расписания для 9Б класса, который был составлен, опираясь на графы, приведенные в приложении .

Таблица 11. Расписания для 9Б класса

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
	9Б	9Б	9Б	9Б	9Б
1	Информатика	Физ. культура	География	Английский яз.	Химия
2	Химия	Русский язык	Геометрия	Биология	Алгебра
3	Биология	Английский яз.	Русский язык	Алгебра	Физика
4	Алгебра	Алгебра	История	Русский язык	История
5	Литература	Физика	Алгебра	Русский язык	География
6	История	Итал./ Нем. язык	Обществознание	Литература	Английский яз.
7		Литература	Итал./ Нем. язык	Физ. культура	

В таблице 12 приведен готовый вариант расписания для 9В класса, который был составлен, опираясь на графы, приведенные в приложении .

Таблица 12. Расписания для 9В класса

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
	9В	9В	9В	9В	9В
1	Физ. культура	Геометрия	Геометрия	География	Физ. культура

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
2	Английский яз.	Английский яз.	Алгебра	Английский яз.	Химия
3	Алгебра	Физика	Биология	Алгебра	История
4	Литература	Русский язык	Русский язык	Информатика	Физика
5	Химия	Алгебра	История	Русский язык	Алгебра
6	Геометрия	Обществознание	Итал./Нем. Язык	Русский язык	Биология
7		Итал./Нем. Язык	Литература	Литература	

Заключение

Применение графов в решении задачи составления расписания является одним из наиболее эффективных способов. Одним из немаловажных преимуществ этого метода является то, что он нагляднее ранее мною рассмотренных. Также он прост в использовании, т.е любой человек может составить расписание при помощи этого метода, что является немаловажным.

В ходе исследовательской работы были изучены требования к составлению расписания; построены графы для каждого дня недели, и на их основании составлено расписание для параллели девярых классов с учетом пожеланий учителей и требований СанПиН.

Завучам моей школы понравился данный способ составления расписания, т.к он нагляден и достаточно прост в использовании. Ученикам девярых классов пришлось по вкусу составленное мной расписание. Правда, некоторые ученики 9Б класса были не согласны с вариантом расписания для среды, но после моих объяснений, что домашнее задание на этот день недели можно сделать на выходных и в другие дни, все согласились с моим вариантом.

Список источников

1. Зимин С..Н. Составление учебного расписания, используя теорию графов
[URL:https://rae.ru/zk/arj/2007/06/Zimin.pdf](https://rae.ru/zk/arj/2007/06/Zimin.pdf)

2. Якушева Ю.Ш. Обобщение некоторых задач, сводящихся к раскраске графов

[URL:http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1738/%D0%AF%D0%BA%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%B2%D0%B0%20%D0%AE.%D0%A8.%20%D0%B1%D0%B0%D0%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1738/%D0%AF%D0%BA%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%B2%D0%B0%20%D0%AE.%D0%A8.%20%D0%B1%D0%B0%D0%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

3. Емеличев В.А., Мельников О.И., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. Лекции по теории графов - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990 – 384 стр.

4. Берж К. М. Теория графов и её применения - Изд-во иностранной литературы, 1962— 320 стр.

ПРИЛОЖЕНИЕ

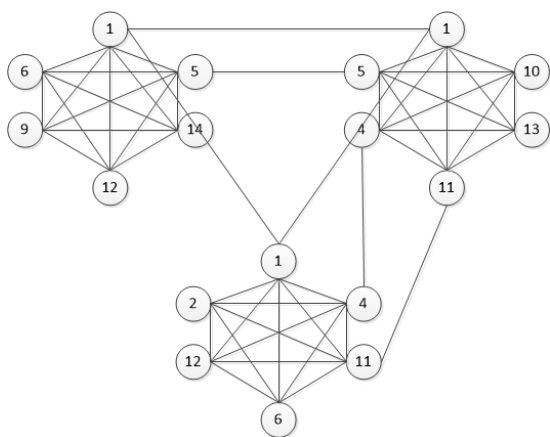


Рисунок 1.

Граф, соответствующий
понедельнику.

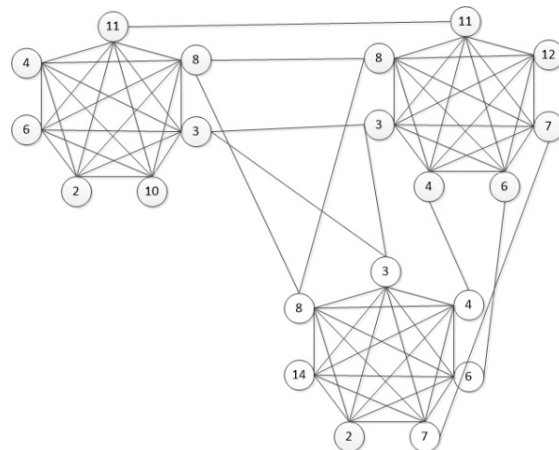


Рисунок 2.

Граф, соответствующий
вторнику.

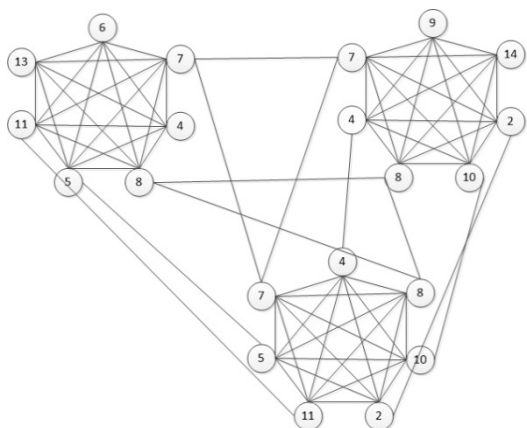


Рисунок 3.

Граф, соответствующий

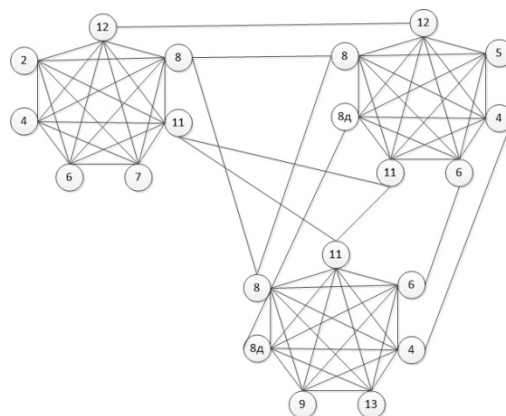


Рисунок 4.

Граф соответствующий

среде.

четвергу.

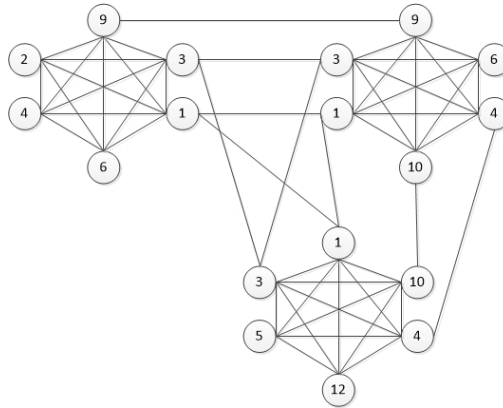


Рисунок 5. Граф, соответствующий пятнице.

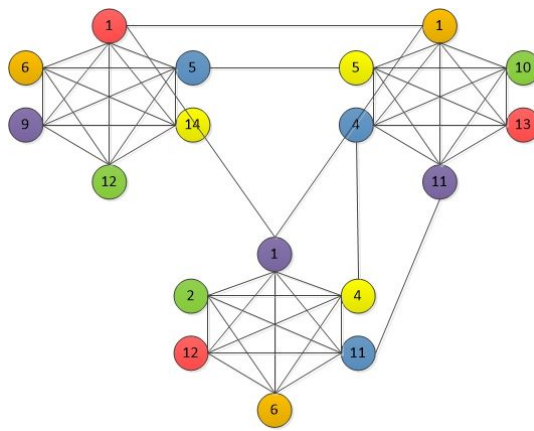


Рисунок 6.

Граф, иллюстрирующий вариант расписания на понедельник.

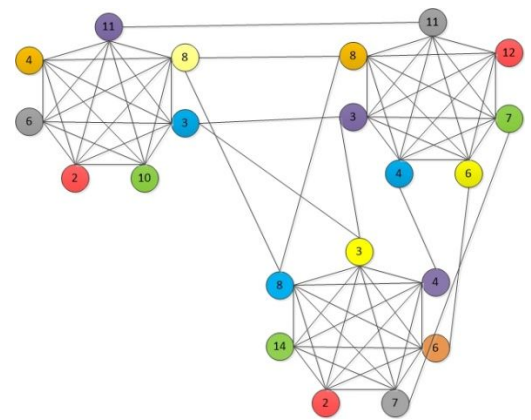


Рисунок 7.

Граф, иллюстрирующий вариант расписания на вторник.

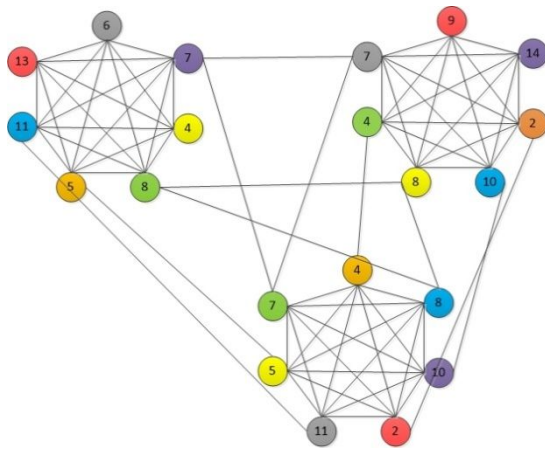


Рисунок 8.

Граф, иллюстрирующий вариант расписания на среду.

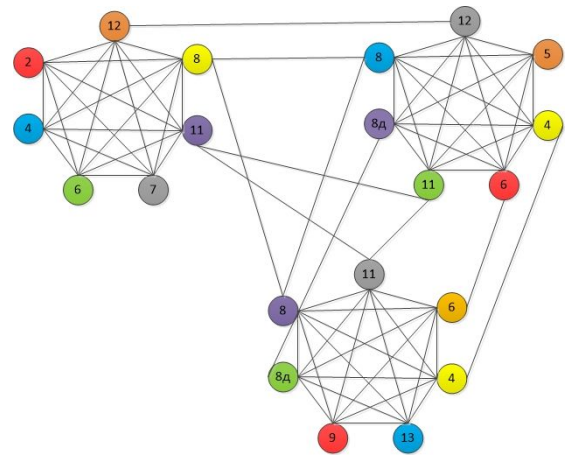


Рисунок 9.

Граф, иллюстрирующий вариант расписания на четверг.

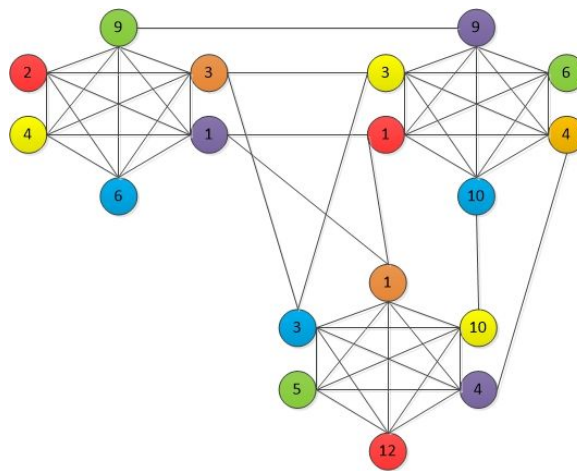


Рисунок 10. Граф, иллюстрирующий вариант расписания на пятницу.