



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Педагогический институт  
Кафедра Математики и методики обучения математике



УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ ИГУ А.В. Семиров

«21» июня 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля)

*Б1.В.ДВ.19.2 Теория графов в примерах и задачах*

Направление подготовки *44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)*

Тип образовательной программы *академический бакалавриат*

Направленность (профиль) подготовки *Математика-Информатика*

Квалификация (степень) выпускника - *бакалавр*

Форма обучения *заочная*

Согласовано с УМС ПИ ИГУ

Протокол №9

от «20» июня 2018 г.

Председатель \_\_\_\_\_ М.С. Павлова

Рекомендовано кафедрой Математики и методики обучения математике

Протокол № *16*

от «*20*» *июня* 20 *18* г.

Зав. кафедрой *Дулатова* З.А. Дулатова

Иркутск 2018 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	3
5. Содержание дисциплины	4
6. Перечень практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	5
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	6
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	6
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	7
10. Образовательные технологии	7
11. Оценочные средства (ОС)	11

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение методов решения основных типов школьных олимпиадных задач по теории графов.

### Задачи дисциплины

1. дать представление об основных понятиях теории графов;
2. дать представление об основных типах занимательных задач школьной математики, условие которых может быть сформулировано в терминах теории графов и освоение некоторых навыков их решения;
3. отработать навыки математического моделирования дискретных конструкций.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина представляет собой важный элемент базовой профессиональной подготовки. Представленный в ее содержании теоретический материал имеет общематематическое значение, его знание необходимо получения фундаментального математического образования и ведения педагогической деятельности по математическому профилю.

В рамках дисциплины студенты знакомятся с основными методами решения школьных олимпиадных задач по теории графов. Школьник начинает принимать участие в различных этапах Всероссийской олимпиады с пятого класса. Чем старше класс участника олимпиады, тем большую важность приобретает его специальная подготовка по математике, которую он может получить на курсах по выбору, в школьных кружках. Учитель может осуществлять эту подготовку в полной мере, только будучи сам знаком с базовыми олимпиадными задачами и методами их решения. В этом курсе рассмотрена одна из основных «олимпиадных» тем – теория графов.

Для освоения разделов дисциплины студенту необходимо знать школьный курс алгебры и основы комбинаторики.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций: **ОК 3, ПК-11, СПКМ 2, СПКМ 4, СПКМ 6**

**ОК-3** – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

**ПК-11** – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования;

**СПКМ-2** – способен понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными разделами математики, владеет системой основных математических структур;

**СПКМ-4** – владеет методологией и методикой построения математических методов решения теоретических и практических задач;

**СПКМ-6** – владеет содержанием и методами элементарной математики.

**ОК-3 – 1-ый; ПК-11 – 1-ый; СПКМ-2 – 1-ый; СПКМ-4 – 1-ый; СПКМ-6 – 2-й.**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать**

определения основных понятий и формулировки базовых теорем теории графов;

**уметь**

решать задачи с применением указанных знаний;

**владеть**

методами построения математической модели задачи в терминах теории графов, методами решения школьных олимпиадных задач по теории графов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Курсы			
		5	6		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	12	4	8		
В том числе:					
Лекции					
Практические занятия (ПЗ)	12	4	8		
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (всего)*</b>	92	68	24		
В том числе:					
Подготовка к практическим занятиям	46	34	12		
Подготовка к контрольным работам / зачету	46	34	12		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	4 (зачет)		4 (зачет)		
<b>Контактная работа (всего)**</b>	21	11	10		
Общая трудоемкость	часы	108	72	36	
	зачетные единицы	3	2	1	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

###### 1. Основные понятия теории графов

Понятие графа. Ребра, вершины. Степени вершин. Задачи, формулировка условий которых в терминах теории графов, существенно облегчает их решение. Лемма о рукопожатиях. Решение задач методом рассмотрения вершин с максимальными и минимальными степенями.

###### 2. Связные и полные графы. Эйлеровы графы. Деревья

Связный граф, полный граф. Условия полноты и связности. Компоненты связности. Задачи на доказательство связности графа методом рассмотрения компонент связности. Эйлеровы графы. Решение задач на обходы. Дерево, висячая вершина, остовное дерево. Число ребер в дереве. Дерево как связный граф с минимальным числом ребер. Решение задач на применение данного свойства.

###### 4. Плоские и двудольные графы. Раскраска графов. Ориентированные графы

Решение задач в терминах двудольных графов методом установления соответствия. Плоские графы. Теорема Эйлера о числе ребер и вершин плоских графов. Метод решения задач путем формулировки ее условия в терминах графа с вершинами, окрашенными в некоторое количество цветов. Рассмотрение классических задач. Постановка задачи о раскраске. Теоремы о раскрасках. Ориентированный граф.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		1	2	3	4					
1.	<b>Математическая логика и теория алгоритмов</b>									

## 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	<b>Основные понятия теории графов</b>	Основные понятия теории графов		4			68	72
2	<b>Связные и полные графы. Деревья</b>	Связные и полные графы Эйлеровы графы		2			6	8
		Деревья		2			6	8
3	<b>Плоские и двудольные графы. Раскраска графов. Ориентированные графы</b>	Плоские и двудольные графы. Введение в теорию Рамсея.		2			6	8
		Раскраска графов		2			4	6
		Ориентированные графы					2	2

## 6. Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ, их содержание	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	<b>1.1</b>	Основные понятия теории графов	72	устный опрос, контрольная работа	ОК-3 ПК-11 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6

2.	2.1	Связные и полные графы	8	устный опрос, контрольная работа	ОК-3 ПК-11 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6
3.	2.2	Деревья	8	устный опрос, контрольная работа	ОК-3 ПК-11 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6
4.	2.3	Плоские и двудольные графы. Введение в теорию Рамсея	8	устный опрос, контрольная работа	ОК-3 ПК-11 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6
5.	3.1	Раскраска графов	6	устный опрос	ОК-3 ПК-11 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6
6.	3.2	Ориентированные графы	2	устный опрос	ОК-3 СПКМ-2 СПКМ-4 СПКМ-6

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
В течение семестра	1-4	Подготовка к практическим занятиям	Выполнение домашнего задания (решение задач). Изучение литературы по теме.	[1-6]	46
В течение семестра	1-4	Подготовка к контрольным работам / зачету	Изучение литературы по теме. Повторение изученного материала.	[1-6]	46

### 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

#### 1) Подготовка к практическим занятиям – 46 час.

Основная часть этого вида самостоятельной работы – это выполнение домашних работ.

#### 2) Подготовка к контрольным работам / зачету – 46 час.

Включает разбор теоретического материала, изучение учебной литературы (см. пункт 8 рабочей программы).

Студентам рекомендуется использование следующих *электронных ресурсов*:

базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ibooks.ru/> Электронно-библиотечная система (ЭБС) iBooks.Ru. Учебники и учебные пособия для университетов

2. ООО»Библиотех» Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/>
3. <http://e.lanbook.com> Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань»
4. <http://www.biblioclub.ru> Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн
5. <http://standart.msu.ru/node/88> [Электронный ресурс]. – URL:

**7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)  
не предусмотрены**

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература:

1. Мальцев, И. А. Дискретная математика [Текст] / И. А. Мальцев. - Москва: Лань, 2011. - 304 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1010-1
2. Микони, С. В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы [Электронный ресурс] / С. В. Микони. - Москва : Лань, 2012. - 192 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.
3. Гаврилов, Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике [Текст] : учеб. пособие / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. - 3-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2005. - 416 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 412-413. - Предм. указ.: с. 414-416. - ISBN 5-9221-0477-2 (18 ИГУ + 25 ВСГАО= 33 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Бабичева, И. В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию [Электронный ресурс] / И. В. Бабичева. - Москва : Лань, 2013. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1456-7
2. Копылов, Виктор Иванович. Курс дискретной математики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Копылов. - Москва: Лань, 2011. - 206 с.: ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1218-1
3. Асанов, М. О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Текст] / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. - Москва : Лань, 2010. - 368 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1068-2
4. Яблонский, Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику [Текст] : учеб. пособие / С. В. Яблонский. - Изд. 5-е, стер. - М. : Высш. шк., 2008. – 384 с. – ISBN 978-5-06-005943-4 (10 экз.)

в) программное обеспечение

ОС Windows, АнтивирусKaspersky, LibreOffice, MS Office, 7-zip, VLC, Mozilla Firefox, WinDjView, XnView MP, Acrobat Reader DC

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ibooks.ru/> Электронно-библиотечная система (ЭБС) iBooks.Ru. Учебники и учебные пособия для университетов
2. ООО»Библиотех» Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/>
3. <http://e.lanbook.com> Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань»
4. <http://www.biblioclub.ru> Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн
5. <http://standart.msu.ru/node/88> [Электронный ресурс]. – URL:

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

### Специальные помещения:

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду организации, лаборатория.

### Техническое обеспечение:

компьютер, проектор, экран натяжной, ноутбук, компьютер, интерактивная доска, доска белая с магнитной поверхностью.

## 10. Образовательные технологии:

<b>эвристическая беседа</b>	Выдвижение гипотез, обсуждение возможных подходов к доказательству утверждений, решению задач – это неотъемлемая часть каждой лекции и практического занятия.
<b>метод коллективного анализа ситуации</b>	Эта форма выражается в обсуждении следствий из доказанных теорем и их взаимосвязей с полученными ранее результатами в рамках этой или других теорий; в анализе возможностей применения доказанных утверждений в решении задач; в обсуждении проблематики рассматриваемой темы, целей и задач введения новых понятий.  Особую важность в таком обсуждении имеет максимально возможное включение в него аудитории посредством постоянного обращения к их личностному математическому опыту, приобретенному при учебе как в вузе, так и в школе.
<b>деловая игра</b>	На практических занятиях студентам предлагается провести взаимную проверку, выполнить по отношению к коллеге или коллегам роль консультанта (преподавателя). Кроме тренировки логико-математического характера, такие упражнения позволяют почувствовать себя учителем, увидеть возможности и проблемы, которые дает эта позиция.
<b>дискуссия</b>	Грамотная дискуссия дает возможность отточить навыки логического доказательства, речи, умения слушать собеседника, вникать в логику собеседника, логического анализа.

## 11. Оценочные средства (ОС):

### 11.1. Оценочные средства для определения степени сформированности компетенций студентов

Описание показателей, критериев и шкалы оценки оценочных средств содержится в отдельном файле или в учебном пособии: Бычкова О.И., Дулатова З.А. Оценка учебных достижений студентов в рамках компетентного подхода. Часть 1[Текст]: учебное пособие./ О.И. Бычкова, З.А. Дулатова. – Иркутск: ООО Издательство «Оттиск», 2017 – 108 с.

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Оценочные средства</b>
<b>ОК-3</b>	способность использовать естественнонаучные и	Конспект Контрольная работа



	математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Зачет
<b>ПК-11</b>	готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.	Конспект Контрольная работа
<b>СПКМ-2</b>	способен понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными разделами математики, владеет системой основных математических структур	Конспект Контрольная работа Зачет
<b>СПКМ-4</b>	владеет методологией и методикой построения математических методов решения теоретических и практических задач	Конспект Контрольная работа Зачет
<b>СПКМ-6</b>	владеет содержанием и методами элементарной математики	Конспект Контрольная работа Зачет

## 11.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля

### Демонстрационная контрольная работа по теме «Основные понятия теории графов»

1. Изобразите все попарно неизоморфные 4-вершинные графы без петель и кратных ребер.
2. Постройте для двух графов из решения задачи №1 матрицы смежности и матрицы инцидентности.
3. Существует ли 6-вершинный граф без петель и кратных ребер со следующим набором степеней вершин: а) 2, 2, 3, 3, 3, 5; б) 2, 3, 3, 4, 4, 4? Ответ обоснуйте.
4. Докажите, что граф с  $n$  вершинами, степень каждой из которых не менее  $\frac{(n-1)}{2}$  является связным.
5. Докажите, что в любом связном графе можно удалить вершину со всеми выходящими из нее ребрами так, чтобы он остался связным.
6. Можно ли из полного графа с 17 вершинами удалить некоторые ребра так, чтобы степень каждой вершины равнялась 5?

### Демонстрационная контрольная работа по теме «Связные графы. компоненты связности. Деревья»

1. На сколько компонент связности распадается граф слона?
2. Турист приехал на вокзал и отправился гулять по улицам Москвы. Докажите, что он в любой момент может вернуться на вокзал, проходя только по тем участкам улиц, по которым он уже проходил нечетное число раз.

3. В некоторой стране из столицы выходит 99 дорог, из города Дальний – 1 дорога, из остальных городов – по 20 дорог. Доказать, что из столицы можно проехать в Дальний.
4. В связном графе степень каждой вершины четна. Одно ребро удалили (оставив, однако, вершины на его концах). Докажите, что граф остался связным.
5. 15 команд играют турнир в один круг. Докажите, что в некотором матче встретятся команды, сыгравшие перед этим в сумме нечетное число матчей.
6. В стране любые два города соединены либо железной дорогой, либо авиалинией. Докажите, что один из этих двух видов транспорта позволяет добраться из любого города в любой (возможно с пересадками).
7. Можно ли подобрать компанию, где у каждого ее члена было бы пять друзей, а у любых двух – ровно два общих друга?
8. Докажите, что из каждого связного графа можно удалить одну вершину и все выходящие из нее ребра так, что останется связный граф.
9. В графе каждая вершина – синяя или зеленая. При этом каждая синяя вершина соединена ребрами с 5 синими и 10 зелеными, а каждая зеленая – с 9 синими и 6 зелеными. Каких вершин больше – синих или зеленых?
10. У Пети 28 одноклассников и у каждого из них разное количество друзей в этом классе. Сколько друзей в этом классе у Пети?
11. На конгресс приехало большое число ученых; одни из них были раньше знакомы друг с другом, другие – нет. При этом оказалось, что никакие два ученых, имеющих одно и то же число знакомых, не имеют общих знакомых. Доказать, что среди присутствующих на конгрессе ученых найдется ученый, знакомый ровно с одним участником конгресса.

#### **Демонстрационная контрольная работа по теме «Эйлеровы графы. Плоские графы»**

1. Приведите пример правильно нарисованного связного плоского графа для которого формула  $V - P + G = 2$ , не верна. ( $V, P, G$  - число вершин, ребер и граней графа)
2. Докажите, что для любого правильно нарисованного связного плоского графа без перегородок верна формула  $V - P + G = 2$ .
3. Всегда ли максимально плоский граф является триангулированным?
4. Докажите, что существует ровно один триангулированный граф с четырьмя вершинами и ровно один - с пятью вершинами.
5. Опровергните утверждение: триангулированные графы с одним и тем же числом вершин совпадают. Верно ли это утверждение если число вершин в графе равно 7?
6. Докажите, что в плоском представлении триангулированного графа с вершинами число треугольных граней равно, если бесконечную грань не учитывать.
7. Можно ли нарисовать квадрат и его диагонали не отрывая карандаша от бумаги и не проводя никакой линии дважды?
8. Докажите, что если граф обладает эйлеровым путем с концами  $A$  и  $B$  ( $A$  не совпадает с  $B$ ), то  $A$  и  $B$  - единственные нечетные вершины этого графа.
9. Докажите, что если граф связный и  $A$  и  $B$  - единственные его нечетные вершины, то этот граф обладает эйлеровым путем с концами  $A$  и  $B$ .
10. Имеется группа островов, соединенных мостами так, что от каждого острова можно добраться до любого другого. Турист обошел все острова, пройдя по каждому мосту ровно один раз. На острове Троекратном он побывал трижды. Сколько мостов ведет с Троекратного, если турист а) не снего начал и не на нем закончил? б) с него начал, но не на нем закончил? в) с него начал и на нем закончил?
11. Дан кусок проволоки длиной 120 см. Какое наименьшее число раз придется ломать проволоку, чтобы изготовить из нее каркас куба с ребром 10 см?
12. Докажите, что если связный граф имеет нечетных вершин, то найдется семейство из путей, которые в совокупности содержат все ребра графа в точности по одному разу.
13. Докажите, что если граф связный, то можно построить циклический маршрут, содержащий все ребра графа ровно два раза, по одному в каждом направлении.
14. Докажите, что не для всякого связного графа найдется циклический маршрут, содержащий все его ребра ровно три раза.

## Демонстрационная контрольная работа по теме «Графы в школьных олимпиадных задачах. Решение различных задач»

12. В конференции участвовало 211 ученых. После конференции каждый из них отправил 2 или 4 письма участникам этой конференции. Могло ли случиться так, что каждый участник получил ровно по 3 письма? (Письма на почте не теряют!)
13. Могут ли степени вершин в графе без петель быть равны: а) 8, 6, 5, 4, 4, 3, 2, 2 б) 7, 7, 6, 5, 4, 2, 2, 1 с) 6, 6, 6, 5, 5, 3, 2, 2?
14. Среди 100 участников конференции у каждого ровно 4 знакомых. Может ли такое быть?
15. У короля 19 баронов-вассалов. Может ли оказаться так, что у каждого баронства 1, 5 или 9 соседних баронств?
16. В соревнованиях по круговой системе с пятью участниками только Ваня и Леша сыграли одинаковое число встреч, а остальные – разное. Сколько встреч сыграли Ваня и Леша?
17. В трех вершинах правильного пятиугольника расположили по фишке. Разрешается двигать их по диагонали на свободное место. Можно ли такими действиями добиться, чтобы одна из фишек вернулась на первоначальное место, а две другие поменялись местами?
18. В некоторой стране из столицы выходит 89 дорог, из города Дальний – 1 дорога, из остальных 1988 городов – по 20 дорог. Доказать, что из столицы можно проехать в Дальний.
19. а) Каждые две из 6 ЭВМ соединены проводом. Можно ли все эти провода раскрасить в пять цветов так, чтобы из каждой ЭВМ выходили пять проводов разного цвета?  
б) Каждые 15 ЭВМ соединены проводом. Можно ли все эти провода раскрасить в один из 14 цветов так, чтобы из каждой ЭВМ выходило 14 проводов разного цвета?

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета)

#### Вопросы и задания к зачету

1. Основные понятия теории графов: псевдограф, мультиграф, граф и их ориентированные аналоги.
2. Степень вершины графа. Теорема о сумме степеней вершин графа и ее следствие.
3. Подграф. Путь, цепь, простая цепь, цикл, простой цикл.
4. Связные графы. Компоненты связности графа, их число. Число различных графов с  $p$  вершинами.
5. Изоморфные графы.
6. Двудольные графы.
7. Эйлеровы графы. Критерий эйлеровости.
8. Деревья. Характеризационная теорема.
9. Укладка графа. Планарные графы. Плоские графы.
10. Теорема Эйлера и ее следствия. Непланарность графов  $K_5$  и  $K_{3,3}$ .

Документ составлен в соответствии с требованием ФГОС по направлению

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 44.03.05 Педагогическое образование с двумя профилями утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 91 от 9 февраля 2016г. (зарегистрирован 02.03.16, опубликовано 3.03.2016)

Автор программы: Е.С. Лапшина, к.ф.-м.н., доцент кафедры математики и методики обучения математике ПИ ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**