

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

Факультет Компьютерных наук
Департамент анализа данных и искусственного интеллекта

**Программа дисциплины
«История и методология прикладной математики и информатики»**

для направления 010402.68 «Прикладная математика и информатика»
подготовки магистра для магистерской программы «Науки о данных»

Авторы программы:
Б.Г. Миркин, д.т.н., профессор,
bmirkin@hse.ru

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
“Науки о данных”
по направлению 010402
«Прикладная математика и
информатика» С.О. Кузнецов

Одобрена на заседании департамента
анализа данных и искусственного интеллекта
Руководитель департамента С.О. Кузнецов

«___» _____ 2014 г.

«___» _____ 2014 г.

Рекомендована Академическим советом образовательной
программы «Прикладная математика и информатика»

«___» _____ 2014 г.

Менеджер департамента анализа данных
и искусственного интеллекта Л.И. Антропова

Москва, 2014

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями
университета и другими вузами без разрешения подразделения разработчика программы*

Программа дисциплины «История и методология прикладной математики и информатики» для подготовки магистров по направлению 010400.68 (магистерская программа «математическое моделирование»)

I. Пояснительная записка

Автор программы: Доктор технических наук Б.Г. Миркин, профессор кафедры Методы анализа данных и искусственного интеллекта, почетный профессор Лондонского университета.

Требования к студентам: Изучение курса "История прикладной математики и информатики" требует предварительных знаний в объеме стандартной программы бакалавриата по этой или смежной тематике.

Аннотация. Дисциплина "История прикладной математики и информатики" предназначена для подготовки магистров по направлению 010400.68 (магистерская программа «математическое моделирование»).

В курсе делается упор на развитие основных научных концепций и идей в области «информатической» прикладной математики и информатики в связи с совершенствованием научных представлений и средств получения, хранения и обработки экспериментальных и статистических данных, доводя изложение до современного состояния дел и нерешенных проблем. Изложение начинается с анализа существующих концепций математики (наука о количественных и пространственных структурах, логическая машина-мельница, язык) и формирования объемлющего определения, после чего определяются прикладная математика (исследование прикладных задач с помощью математики) и информатика. Затем рассматриваются истоки предмета – некоторые понятия, разработанные Пифагором, Архимедом и Аристотелем, особенно последним, чьи концепции причинности, силлогистики и классификации находятся на острие современных подходов разработки данных и обогащения знаний. Затем систематически исследуются современные концепции и проблемы, возникшие в астрономии, оптимизации, теории вероятности и статистике, анализе данных, дискретной математике, вычислительной технике, программировании, базах данных и знаний, вычислительном интеллекте и вычислительном эксперименте. Курс завершается обсуждением перспектив, связанных как с насущными приложениями, так и задачами совершенствования инструментария информатики.

Учебные задачи курса.

Данный курс позволит студентам овладеть совокупностью основных понятий и подходов прикладной математики и информатики как в историческом, так и современном контекстах. Популярный стиль изложения, нетрадиционные объединяющие идеи и связь с самыми современными задачами и подходами должны послужить студентам в создании содержательного и реалистичного контекста для усвоения других дисциплин в процессе учебы. Ожидаются следующие результаты:

Знания: Современные представления о прикладной математике и информатике; основные способы связи между моделями и данными наблюдений; вклады гениев античности

(Пифагор, Аристотель, Архимед); исторические сведения и основные концепции небесной механики, оптимизации, теории вероятностей и статистики; дискретной математики; информатики; поиска информации, разработки данных и обучения машин; искусственного интеллекта; вычислительного эксперимента; разработки программных систем и сетей, языков программирования, баз данных и знаний; а также перспективы дальнейшего развития.

Умения: Различение между математическими, прикладными и информатическими аспектами разработок. Различение между дедуктивными и индуктивными выводами. Критический анализ истории прикладной математики и утверждений о связи между различными аспектами явлений.

Навыки: Самостоятельное изучение материалов по истории и методологии прикладной математики и информатики.

II. Тематический план курса "История и методология прикладной математики и информатики"

№	Название темы	Всего часов по дисциплине	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Сем. и практика	
1	Введение: Чистая и прикладная математика и информатика	2	2		2
2	Ранние исторические вехи; силлогистика и классификация	2	2		2
3	Три идеи из небесной механики	2	2		2
4	Три типа методов оптимизации	2	2		4
5	Подходы теории вероятностей и статистики	2	2		2
6	Парадигмы анализа данных	4	4		4
7	Подходы дискретной математики	2	2		2
8	Развитие вычислительных систем и языков программирования	4	4		6
9	Базы данных и знаний; задачи поиска	2	2		4
10	Вычислительный интеллект	2	2		4
11	Вычислительный эксперимент	2	2		4
12	Перспективы развития	2	2		4
	Итого	28	28		40

III. Источники информации

Базовый учебник – конспект «История и методология прикладной математики и информатики», составленный на основе моего курса «Вычислительный интеллект» в Биркбек Колледж Лондонского университета (Великобритания), а также по следующим источникам:

Список литературы

Основная литература

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко, Я.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 376 с.
2. Кун Т., Структура научных революций, М., Прогресс, 1977. – 300 с.
3. Тутубалин В.Н. Границы применимости: вероятностно-статистические методы и их возможности, М.: Знание, 1977. – 64 с.
4. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. Из истории физико-математических наук, М.: Наука, 1970. – 264 с.
5. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
6. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
7. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики. – М: Финансы и статистика, 1990.
8. Манин Ю.И. Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008.
9. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, IOS Press, 2005.
3. Бочаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 296 с.
4. Mirkin, B. Mathematical classification and clustering, - Dorderecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
5. Mirkin, B. Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization, - London, Springer, 2011. – 388 p.
6. Small world phenomenon, website: en.wikipedia.org/wiki/Small_world_phenomenon, 2008.
7. Good P.I. Resampling methods, - Birkhäuser Boston, 2005, 218 p.
8. Салий В.Н. Математические основы гуманитарных знаний. – Саратов: Изд-во СГУ, 2006.
9. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. М.: МГУ, 1972.
10. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, тт. 1, 2. – М.: Наука, 1987 (изд. 4-е).

IV. Формы контроля и структура итоговой оценки

Текущий контроль – активность в классе и домашнее эссе в конце 1го модуля

Итоговый контроль – письменная контрольная работа (зачет) в конце второго модуля;

Итоговая оценка складывается из следующих элементов:

- активность в классе (А) – 10%;
- эссе (Э) – 20%

– письменный зачет (П) – 70%, так что

$$\text{Оценка} = 0.1 \cdot A + 0.2 \cdot Э + 0.7 \cdot П$$

При этом оценки за активность и эссе сообщаются студентам перед финальной контрольной.

На передаче студенту не предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

V. Программа дисциплины «История и методология прикладной математики и информатики»

Тема 1. Введение: понятие о математике, прикладной математике и информатике.

Различные концепции: математика – (а) наука о количественных и пространственных структурах, (б) машина дедукции, перемалывающая и интегрирующее определение.

Основная литература

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко, Я.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 376 с.
2. Кун Т., Структура научных революций, М., Прогресс, 1977. – 300 с.
3. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
4. Манин Ю.И. Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008.
5. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. Салий В.Н. Математические основы гуманитарных знаний. – Саратов: Изд-во СГУ, 2006.
2. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, тт. 1, 2. – М.: Наука, 1987 (изд. 4-е).

Тема 2. Ранние исторические вехи.

Пифагор и возможность числового выражения нечисловых объектов (музыка, орбиты планет). Парадокс несоизмеримости (иррациональные числа) и уход от арифметики. Прикладная математика Архимеда (рычажные механизмы и объем короны Гиерона). Аристотель: формы причинности; силлогистика и ее развитие при построении искусственного интеллекта (формальные системы и разработка данных как реализации двух противоположных – интенционального и экстенционального – путей развития), классификация и необходимость эмпирической классификации в современной информатике. Таксономия и онтология, типология и стратификация. Подходы кластер-анализа и решающих деревьев; критика.

Основная литература

1. Кун Т., Структура научных революций, М., Прогресс, 1977. – 300 с.
2. Манин Ю.И. Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
2. Бочаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 296 с.
3. Mirkin, B. *Mathematical classification and clustering*, - Dorderecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
4. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.

Тема 3. Некоторые идеи небесной механики.

Распространение простого на сложное при измерении расстояний. Теория тяготения и ненаблюдаемые теоретические величины. Различные формулировки теории и их роль в приложениях. Методы наименьших квадратов и наименьших модулей для обработки данных. Теория нормального распределения для обоснования метода наименьших квадратов. Минимальные модули и другие нетрадиционные критерии обработки данных.

Основная литература

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко, Я.Г. *Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов*. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 376 с.
2. Уемов А.И. *Аналогия в практике научного исследования. Из истории физико-математических наук*, М.: Наука, 1970. – 264 с.
3. Пуанкаре А. *О науке*. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. Mirkin, B. *Mathematical classification and clustering*, - Dorderecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
2. Клейн Ф. *Элементарная математика с точки зрения высшей*, тт. 1, 2. – М.: Наука, 1987 (изд. 4-е).

Тема 4. Подходы к оптимизации.

Точные методы и проблемы машинных вычислений для их реализации. Локальные методы и эвристики; связанные с ними проблемы инициализации. Нейронные сети для реализации градиентного метода оптимизации. Подход имитации природы – эволюция популяции допустимых решений в ограниченной области: методы генетические, эволюционные, пчелиного роя и муравьиной кучи.

Основная литература

1. *The history of computing: Web resource in Virginia Technology University*, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Michelle A. Hoyle, *The history of computing science*, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
3. Манин Ю.И. *Математика как метафора*. – М.: МЦНМО, 2008.

Дополнительная литература

1. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.
2. *Small world phenomenon*, website: en.wikipedia.org/wiki/Small_world_phenomenon, 2008.

Тема 5. Некоторые идеи вероятности и классической статистики.

Вероятностная статистическая модель как средство и цель анализа данных. Коэффициент корреляции и его интерпретации: эвристическая, аппроксимационная, вероятностная. Популярные принципы статистического оценивания: Максимум правдоподобия и подход

Бэйеса. Выбор сложности модели: Бритва Окхама, минимум сложности описания, теория Вапника-Червоненкиса.

Основная литература

1. Кун Т., Структура научных революций, М., Прогресс, 1977. – 300 с.
2. Тутубалин В.Н. Границы применимости: вероятностно-статистические методы и их возможности, М.: Знание, 1977. – 64 с.
3. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. Из истории физико-математических наук, М.: Наука, 1970. – 264 с.
4. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики. – М: Финансы и статистика, 1990.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., *Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications*, IOS Press, 2005.
3. Бочаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 296 с.
4. Mirkin, B. *Mathematical classification and clustering*, - Dordrecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
5. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.
6. Small world phenomenon, website: en.wikipedia.org/wiki/Small_world_phenomenon, 2008.
7. Good P.I. *Resampling methods*, - Birkhäuser Boston, 2005, 218 p.
8. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. М.: МГУ, 1972.

Тема 6. Подходы анализа данных.

Понятие признака; виды шкал измерения; адекватность количественных утверждений. Основные задачи анализа данных в связи с обогащением знаний: отыскание связей и обобщений в количественной или категоризованной форме. Аппроксимационный подход к анализу данных: метод наименьших квадратов как эвристический принцип и Пифагорова декомпозиция разброса данных. Другие парадигмы в анализе данных (классической статистики, машинного обучения, обогащения знаний, эвристического моделирования). Концепция «интересного» в разработке данных. Современные подходы к представлению знаний.

Основная литература

1. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики. – М: Финансы и статистика, 1990.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
2. Mirkin, B. *Mathematical classification and clustering*, - Dordrecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
3. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.
4. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. М.: МГУ, 1972.
10. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, тт. 1, 2. – М.: Наука, 1987 (изд. 4-е).

Тема 7. Некоторые идеи дискретной математики и графы.

Сложность задач: алгоритмическая и полиномиальная невозможность. Графы и модели их порождения. Проблематика визуализации графов.

Основная литература

1. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
3. Манин Ю.И. Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008.
4. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, IOS Press, 2005.
3. Бочаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 296 с.
4. Mirkin, B. Mathematical classification and clustering, - Dordrecht: Kluwer, 1996.- 448 p.
5. Mirkin, B. Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization, - London, Springer, 2011. – 388 p.
6. Good P.I. Resampling methods, - Birkhäuser Boston, 2005, 218 p.

Тема 8. Вычислительная техника и программирование.

Эволюция вычислительной техники и системы будущего; информационные протоколы и безопасность. Эволюция данных и задач их анализа: текст, сигнал, изображение. Новые подходы к вычислениям; параллельные и квантовые вычисления. Эволюция языков программирования; объектно-ориентированные языки и проблемы их развития.

Основная литература

1. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
3. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, IOS Press, 2005.
3. Бочаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 296 с.
4. Mirkin, B. Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization, - London, Springer, 2011. – 388 p.

Тема 9. Развитие баз данных и знаний.

Эволюция баз данных и систем управления. Распределенные системы и электронные коллективы.

Основная литература

1. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, IOS Press, 2005.

Тема 10. Некоторые подходы вычислительного интеллекта.

От эволюции популяций к системам взаимодействующих агентов. Размытые и грубые множества для представления данных и решений.

Основная литература

1. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
2. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, IOS Press, 2005.
3. Mirkin, B. Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization, - London, Springer, 2011. – 388 p.
4. Small world phenomenon, website: en.wikipedia.org/wiki/Small_world_phenomenon, 2008.
5. Good P.I. Resampling methods, - Birkhäuser Boston, 2005, 218 p.

Тема 11. Развитие вычислительного эксперимента

Машинная имитация случайности как отсутствия закономерности. Имитация слечайной выборки с помощью подвыборок; кросс-валидация и бутстрап. Имитация поведения систем взаимодействующих элементов.

Основная литература

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко, Я.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особкнности подходов. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 376 с.
2. Тутубалин В.Н. Границы применимости: вероятностно-статистические методы и их возможности, М.: Знание, 1977. – 64 с.
3. The history of computing: Web resource in Virginia Technology University, 2002, ei.cs.vt.edu/~history/.
4. Michelle A. Hoyle, The history of computing science, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
5. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики. – М: Финансы и статистика, 1990.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., *Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications*, IOS Press, 2005.
3. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.
4. Good P.I. *Resampling methods*, - Birkhäuser Boston, 2005, 218 p.

Тема 12. Некоторые перспективные направления развития.

Перспективные прикладные области: маркетинг, совместная фильтрация, биоинформатика, анализ текстов, анализ изображений и видеоряда. Моделирование решений. Моделирование знаний при наличии противоречий. Моделирование понимания.

Основная литература

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко, Я.Г. *Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов*. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 376 с.
2. Кун Т., *Структура научных революций*, М., Прогресс, 1977. – 300 с.
3. Уемов А.И. *Аналогия в практике научного исследования. Из истории физико-математических наук*, М.: Наука, 1970. – 264 с.
4. Michelle A. Hoyle, *The history of computing science*, 2006, website <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>, 2006.
5. Пуанкаре А. *О науке*. – М.: Наука, 1983.

Дополнительная литература

1. U.M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
2. P. Buitelaar, P. Cimiano, B. Magnini, Eds., *Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications*, IOS Press, 2005.
3. Mirkin, B. *Core concepts in data analysis: Summarization, Correlation, Visualization*, - London, Springer, 2011. – 388 p.

VI. Тематика заданий по формам текущего контроля

1. Примеры тем эссе

Архимед и его вклад в прикладную математику.

2. Примеры вопросов контрольной работы

1. Математика как дисциплина, разрабатывающая языки описания явлений и устанавливающая связи между ними.
2. Различные определения математики и их взаимосвязь.
3. Как отличаются математические факты в чистой и прикладной математике?
4. Экстенциональный и интенциональный подходы к моделированию интеллекта.
5. Структура Аристотелевского силлогизма.
6. Понятие таксономии.
7. Эвристический, аппроксимационный и вероятностный подходы к анализу данных.
8. Что такое метод наименьших квадратов.

9. Какие принципы для оценки параметров моделей вы знаете?
10. Функция классификации в научном познании.
11. Различия между подходами классической статистики и разработки данных.
12. Основные составляющие генетических алгоритмов.
13. Чем отличаются методы имитации природы от классических подходов к оптимизации?
14. Смысл теоремы Пифагора в анализе данных.
15. Концепция «интересного» в анализе данных.
16. Понятие вычислительного агента.
17. Понятие онтологии и его использование для хранения знаний.
18. Типы языков программирования.
19. Информатика – инженерная или фундаментальная дисциплина?

VII. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

VIII. Методические указания студентам

Домашнее эссе пишется в произвольной форме, не длинное – пары страниц достаточно для освещения темы, – но информативное. Указывается автор, название и использованная литература, включая посещенные интернет-страницы. Плагиат не допускается. При оценке главные составляющие – количество упомянутых тем, точность и верность формулировок, оформление.

Автор программы: _____ / Б.Г. Миркин/

