

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

Д.В. Домашова, О.Н. Яркова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Методические указания
к курсовой и самостоятельной работе студентов
специальности 080116.65 - Математические методы в экономике
и направлений подготовки 231300.62 - Прикладная математика,
080500.62-Бизнес информатика, 080100.62 - Экономика

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2011

УДК 330.4(07)
ББК 65.050.03я7
Д 66

Рецензент – доцент, кандидат экономических наук М.М. Пирязев

Домашова Д.В.
Д 66 Математические методы и модели исследования операций: методические указания к курсовой и самостоятельной работе студентов специальности 080116.65 - Математические методы в экономике и направлений подготовки 231300.62 - Прикладная математика, 080500.62 - Бизнес информатика, 080100.62 – Экономика / Д.В. Домашова., О.Н. Яркова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011.– 31 с.

Методические указания содержат рекомендации к выполнению курсовой и самостоятельной работы по дисциплине «Математические методы и модели исследования операций».

Методические указания предназначены студентам специальности 080116.65 - Математические методы в экономике и направлений подготовки 231300.62-Прикладная математика, 080500.62-Бизнес информатика, 080100.62 - Экономика, а так же студентам других специальностей и направлений, изучающим дисциплину «Математические методы и модели исследования операций» и родственные дисциплины.

УДК 330.4(07)
ББК 65.050.03я7

© Домашова Д.В.,
Яркова О.Н., 2011
© ГОУ ОГУ, 2011

Содержание

1 Цель и задачи курсовой работы	4
2 Примерная тематика курсовых работ.	5
3 Структура и содержание работы, требования к отчету и защите.	5
4 Пример оформления отчета по курсовой работе.	9
Приложение А Оформление листа задания.	30
Приложение Б Оформление титульного листа	31

1 Цель и задачи курсовой работы

Написание и защита курсовой работы является завершающим этапом изучения курса «Математические методы и модели исследования операций» в рамках подготовки экономиста-математика по специальности 080116.65 – Математические методы в экономике и бакалавров по направлениям 231300.62-Прикладная математика, 080500.62 - Бизнес информатика, 080100.62 - Экономика.

Целью выполнения курсовой работы является систематизация, закрепление и расширение у студентов теоретических знаний и практических навыков применения методов оптимизации и исследования операций в процессе подготовки и принятия управленческих решений.

В процессе курсового проектирования студент должен:

- показать умение самостоятельно и грамотно решать поставленные перед ним задачи;
- пользоваться научной, учебной и справочной литературой;
- выбирать и использовать современные инструментальные программные средства для решения поставленных задач;
- строить модели и применять методы исследования операций в процессе подготовки и принятия управленческих решений;
- проводить моделирование и на основе построенных моделей давать содержательный анализ результатов решения задачи.

Общие задачи, решаемые при выполнении курсовой работы, включают в себя:

- 1) анализ литературных источников по теме курсовой работы;
- 2) формулировку цели и задач исследования;
- 3) построение математической модели;
- 4) выбор математических и инструментальных средств для решения поставленных задач;
- 5) решение задач исследования (в случае необходимости, осуществляется разработка собственного программного средства);

б) оформление отчета по курсовой работе в соответствии с разработанными требованиями.

2 Примерная тематика курсовых работ

Тема курсовой работы формируется в процессе изучения дисциплины «Математические методы и модели исследования операций» в третьем (заключительном) семестре данного курса. Тема должна соответствовать основным задачам данного курса.

Примерными темами курсовых работ могут быть следующие:

- 1) Имитационное моделирование стохастических систем управления запасами.
- 2) Методы многокритериальной оптимизации решения прикладных задач (задачи о назначениях, задачи распределения ресурсов).
- 3) Интерактивные системы решения задач многокритериальной оптимизации (целевого программирования).
- 4) Многономенклатурные модели управления запасами.
- 5) Методы динамического программирования решения прикладных задач.

После формирования темы каждому студенту выдается задание на курсовую работу, в котором конкретизируются подлежащие разработке вопросы.

3 Структура и содержание работы, требования к отчету и защите

Отчет по курсовой работе должен содержать теоретическое обоснование методов, описание этапов математического моделирования и описание алгоритма программной реализации модели. Расчетная часть выполняется с использованием разработанного программного обеспечения и имеющихся библиотечных модулей. Результатам расчетов должна быть дана содержательная экономическая интерпретация.

Курсовая работа должна содержать:

- постановку задачи;
- 2-3 главы;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, ее значимость, формулируются цели, задачи. Указывается объект и предмет исследования, информационная база. Приводится содержание вопросов, обсуждаемых в следующих разделах. Целесообразно охарактеризовать методику проведения исследования, указав какие конкретно применялись методы и информационные технологии. Объем введения 3-5 страниц.

Первая глава, как правило, представляет собой теоретический анализ поставленных задач. В первую очередь должны быть раскрыты понятия, сущность изучаемого явления или процесса. Здесь возможно изложить историю вопроса, состояние (степень изученности) исследуемой темы на основе обзора отечественной, зарубежной литературы и периодики; дать обзор имеющихся методов, алгоритмов и подходов к моделированию, отметить их достоинства и недостатки; обосновать задачи исследования и способ решения поставленных задач.

Вторая и последующие главы носят практический характер. В этих разделах задача формализуется, описывается ее математическая модель. Обосновывается выбор математических и инструментальных средств для решения поставленных задач. Описывается процесс решения поставленных задач исследования и анализ полученных результатов. При необходимости разработки собственного программного обеспечения для решения задач исследования представляют описание разработанного программного средства: руководство пользователю и руководство программисту.

Заключение должно содержать общие выводы, авторскую оценку работы с точки зрения эффективности решения задач, поставленных в курсовой работе (основные выводы из теоретического анализа, основные результаты); предложения

(рекомендации); необходимо подчеркнуть практическую значимость работы (эффективность от внедрения рекомендаций) или научную ценность решенных задач. Могут быть указаны дальнейшие перспективы разработки темы.

Не менее чем за неделю до защиты, курсовая работа представляется преподавателю для рецензирования, после чего студенты устраняют отмеченные недостатки. В письменной рецензии должны быть указаны достоинства и недостатки курсовой работы, отмечено наличие самостоятельных и оригинальных выводов и предложений; охарактеризован уровень теоретической подготовки студента, и умение использовать свои знания при решении конкретных задач, дана предварительная оценка работы («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Курсовая работа, на которую рецензия неудовлетворительная возвращается студенту для переработки с учетом высказанных замечаний.

В процессе защиты курсовой работы студент делает доклад продолжительностью не более 10 минут, в котором должен сформулировать постановку задачи, кратко изложить содержание работы, сформулировать выводы и предложения по результатам исследования.

По окончании доклада студент отвечает на вопросы по существу работы, а также на замечания, содержащиеся в рецензии преподавателя.

При оценке курсовой работы во внимание принимаются качество выполнения и оформления работы, содержательность доклада и ответов на вопросы, наглядность представления работы, а также уровень проработанности и самостоятельности исследования.

Результаты защиты курсовой работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада, наглядное его представление.

Оценка «хорошо» выставляется при соответствии вышеперечисленным критериям, но при наличии в содержании работы и ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении работы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за слабое и неполное раскрытие темы, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за неполное раскрытие темы, за выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие ответов на вопросы.

4 Пример оформления отчета по курсовой работе

Оформление титульного листа представлено в приложении А.

Оформления листа задания на курсовую работу представлено в приложении Б.

Постановка задачи

Разработать программное средство, позволяющее исследовать характеристики сетевого графика и провести его оптимизацию по количеству используемого ресурса (трудовых ресурсов).

1 Теоретические сведения

1.1 Основные характеристики сетевых графиков

Оптимизационные задачи на сетевых графиках связаны с управлением крупными проектами, состоящими из большого числа взаимосвязанных работ. При этом необходимо решать сложные задачи планирования и контроля выполнения каждой работы.

С помощью систем сетевого планирования можно:

1) установить четкую последовательность и проанализировать работы, входящие в единый комплекс. В результате составить обоснованный план.

2) выделить из всего комплекса работ важнейшие или критические, выполнение которых влиять на выполнение проекта в целом, и своевременно принять меры по устранению узких мест.

3) более эффективно использовать производственные ресурсы путем перераспределения их в пользу критических работ с целью сократить продолжительность всего проекта.

При построении сетевой модели предполагается наличие следующих условий:

1) дана хорошо определенная совокупность заданий, выполнение которых означает завершение проекта;

2) время выполнения каждой работы известно заранее, либо может быть оценено;

3) предполагается, что начатая работа продолжается без перерыва до завершения;

4) каждая последующая работа начинает выполняться только после завершения всех предшествующих ей работ.

Сетевой график – это ориентированная сеть с вершинами z_1, z_2, \dots, z_n , (z_1 – источник, z_n – сток) и дугами $l_j, j = \overline{1, n}$, где вершины – это события, а дуги – это работы, обладающие следующими свойствами:

1) из вершины z_1 дуги только выходят;

2) в вершину z_n дуги только заходят;

3) в сети отсутствуют циклы;

4) каждой дуге l_{ij} приписывается вес $t_{ij} > 0, j = \overline{1, n}$ – время выполнения соответствующей работы.

Путем в сетевой модели называется любая последовательность работ, связывающих какие-либо два события. Пути, связывающие z_1 и z_n , называются полными. Любой путь характеризуется величиной пути, которая определяется как сумма продолжительностей составляющих его работ.

Основными характеристиками сетевого графика являются характеристики событий и характеристики работ.

I Характеристики событий

1) Наиболее ранний возможный срок появления события

$$T_p(j) = \begin{cases} 0, & j = 1 \\ \max_{i < j} \{T_p(i) + t_{ij}\} & \end{cases}$$

2) Наиболее поздний допустимый срок наступления события

$$T_n(j) = \begin{cases} T_p(j), & j = n \\ \max_{i>j} \{T_n(i) - t_{ji}\} \end{cases}$$

3) Резерв времени события – максимальное время, на которое можно задержать наступление некоторого события без задержки срока завершения всего проекта.

$$S_j = T_n(j) - T_p(j), \quad j = \overline{1, n}$$

Полный путь, состоящий из взаимосвязанной последовательности событий с нулевым резервом времени называется *критическим*. Работы, находящиеся на критическом пути, называются критическими. Задержка любой работы, находящейся на критическом пути, приводит к задержке срока всего проекта в целом.

II Характеристики работ

1) Наиболее ранний возможный срок начала работы

$$S_{pn}(i, j) = T_p(i), \quad i, j = \overline{1, n}$$

2) Наиболее ранний возможный срок окончания работы

$$S_{po}(i, j) = S_{pn}(i, j) + t_{ij}, \quad i, j = \overline{1, n}$$

3) Наиболее поздний допустимый срок окончания работы

$$F_{no}(i, j) = T_n(j), \quad i, j = \overline{1, n}$$

4) Наиболее поздний допустимый срок начала работы

$$F_{nn}(i, j) = T_n(j) - t_{ij}, i, j = \overline{1, n}$$

5) Резервы работ

а) Полный резерв времени работы – показывает, на сколько можно увеличить время выполнения этой работы при условии, что срок выполнения всего проекта не изменится.

$$R_n(i, j) = F_{nn}(i, j) - S_{pn}(i, j) = F_{no}(i, j) - S_{po}(i, j) = T_n(j) - T_p(i) - t_{ij}$$

б) Частный резерв времени первого рода – та часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом позднего срока ее начального события.

$$R_1(i, j) = T_n(j) - T_n(i) - t_{ij}$$

в) Частный резерв времени второго рода (свободный резерв времени) – та часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом раннего срока ее конечного события.

$$R_c(i, j) = T_p(j) - T_p(i) - t_{ij}$$

г) Независимый резерв времени работы – часть полного резерва времени, полученная для случая, когда все предшествующие работы заканчиваются в поздние сроки, а все последующие начинаются в свои ранние сроки.

$$R_n(i, j) = T_p(j) - T_n(i) - t_{ij}$$

Важной задачей исследования сетевого графика является его оптимизация. Она представляет собой процесс улучшения организации выполнения комплекса

работ с учетом срока его выполнения. Оптимизация выполняется по следующим направлениям:

- 1) сокращение длины критического пути;
- 2) выравнивание коэффициентов напряженности работ;
- 3) рациональное использование ресурсов.

1.2 Оптимизация сетевых графиков

Для оптимизации сетевого графика по количеству используемого ресурса были разработаны следующие алгоритмы.

Приближённый метод оптимизации сетевого графика

1) В качестве начального выбираем план, где все работы начинаются в свои самые ранние сроки. Вычисляем значение критерия

$$I_0 = \sum_i (R_i - R_{cp})^2,$$

где R_i – количество рабочих в i -й день,

R_{cp} – среднее количество рабочих

2) Счетчик итераций $q := nr$.

3) Задаем начальные значения для величины сдвига m текущей работы и величины оптимального приращения функции затрат ΔI : $m := 0, \Delta I := 0$.

4) Вычисление резерва для сдвига работы q : $R_{сдвига} = Fpo(q) - T_{конца} - t(q)$.

5) Если $R_{сдвига} > 0$, то определяем оптимальную величину сдвига m текущей работы и величину оптимального приращения ΔI функции затрат I .

6) Если $\Delta I \leq 0$, то вычисляем новое значение функции I : $I := I + \Delta I$.

7) Проводим сдвиг текущей работы на величину m :

$$T_{нач} := T_{нач}(q) + m; \quad T_{кон} := T_{кон}(q) + m$$

8) Выбор следующей работы для сдвига: $q := q - 1$.

9) Если $q=0$, то конец алгоритма, иначе выбираем следующую работу, идем на шаг 3.

Метод имитационного моделирования

1) В качестве начального выбираем план, где все работы начинаются в свои самые ранние сроки. Вычисляем значение критерия

$$I_0 = \sum_i (R_i - R_{cp})^2 + (\max(R) - \min(R))^2,$$

где R_i – количество рабочих в i -й день,

R_{cp} – среднее количество рабочих,

$\max(R)$ – максимальное количество рабочих,

$\min(R)$ – минимальное количество рабочих.

Вводится N – количество итераций.

2) Счетчик итераций $k:=0$.

3) Случайным образом формируем новый план, определяем для него ежедневную потребность в рабочих.

Вычисляем для него значение критерия:

$$I_1 = \sum_i (R'_i - R_{cp})^2 + (\max(R') - \min(R'))^2.$$

Увеличиваем счетчик итераций $k:=k+1$.

4) Сравниваем значения критериев I_0 и I_1 .

Если $I_0 > I_1$, тогда в качестве текущего выбираем полученный план,

$I_0 := I_1$.

5) Если $k < N$, то идем на шаг 3.

6) Демонстрация ЛПР текущего решения. Если данное решение устраивает ЛПР, выбираем его в качестве оптимального, иначе идем на шаг 2.

Отметим, что для оптимизации может быть использован алгоритм полного перебора всех возможных планов. Данный алгоритм достаточно эффективный, но

он требует очень больших вычислительных затрат. Поэтому он может быть использован только для сетевых графиков небольшой размерности.

2 Руководство пользователю

Для решения оптимизационной задачи об оптимальном распределении трудовых ресурсов было разработано программное средство. Пользователю предоставлен наглядный и удобный интерфейс, изображенный на рисунке 1.

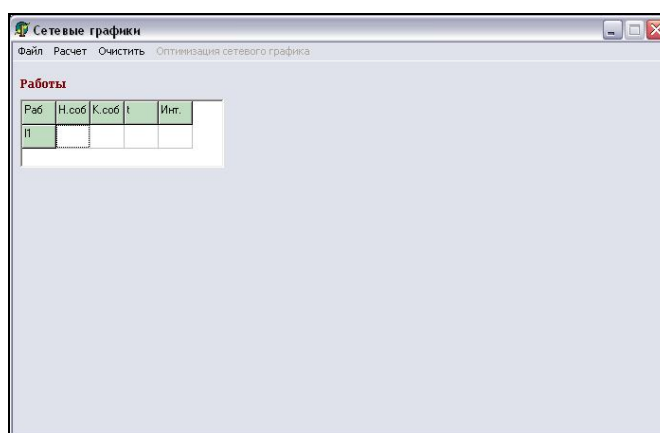


Рисунок 1 – Интерфейс программного средства

Для ввода исходных данных пользователю необходимо кликнуть на кнопку «Файл», расположенную в верхнем левом углу представленного на рисунке 1 интерфейса. Ввод данных осуществляется считыванием из текстового файла или вручную. Информация вводится в следующем виде: номер начального и конечного события для каждой работы, ее продолжительность и интенсивности потребления трудовых ресурсов.

При вводе данных вручную добавление новой строки осуществляется нажатием клавиши «Enter», а удаление – клавишей «Delete». Чтобы ввести данные из файла, пользователю необходимо выбрать пункт меню «Файл» → «Открыть» (рисунок 2), затем выбрать заранее подготовленный текстовый документ, содержащий исходные данные. Пользователь может редактировать исходную информацию непосредственно в программном средстве, а затем ее сохранить. После

того, как пользователь закончит коррекцию данных или ввод данных вручную, для сохранения нужно кликнуть пункт меню «Файл» → «Сохранить» (рисунок 2).

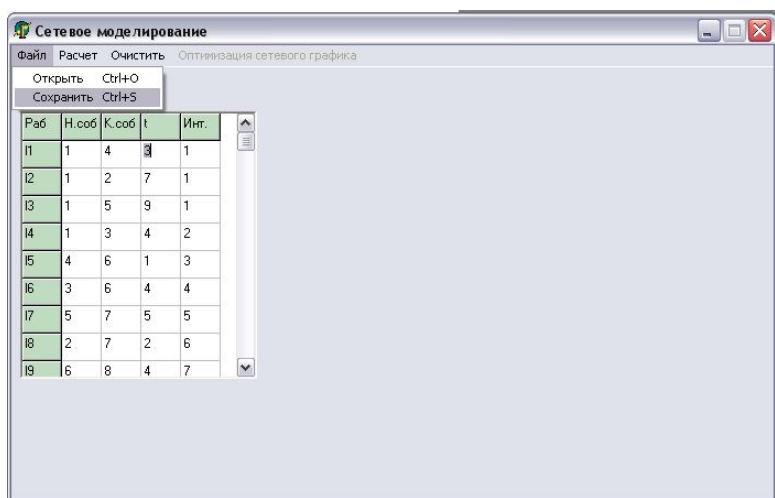


Рисунок 2 – Ввод и сохранение данных

Для расчета характеристик сетевой модели пользователю нужно выбрать пункт меню «Расчет», в котором представлены два подпункта: «Характеристики событий» и «Характеристики работ» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Расчет характеристик сетевой модели

Если пользователю необходимо рассчитать характеристики для другой сетевой модели, то прежде чем осуществлять ввод новой исходной информации нужно очистить окно программного средства кликнув кнопку «Очистить».

Оптимизацию можно осуществлять только после того как пользователь рассчитает основные характеристики сетевой модели. Для оптимизации трудовых ресурсов пользователю необходимо выбрать пункт меню «Оптимизация сетевого графика», в котором представлено три пункта «Модель 2», «Имитационное моделирование», «Полный перебор» рисунок 4.

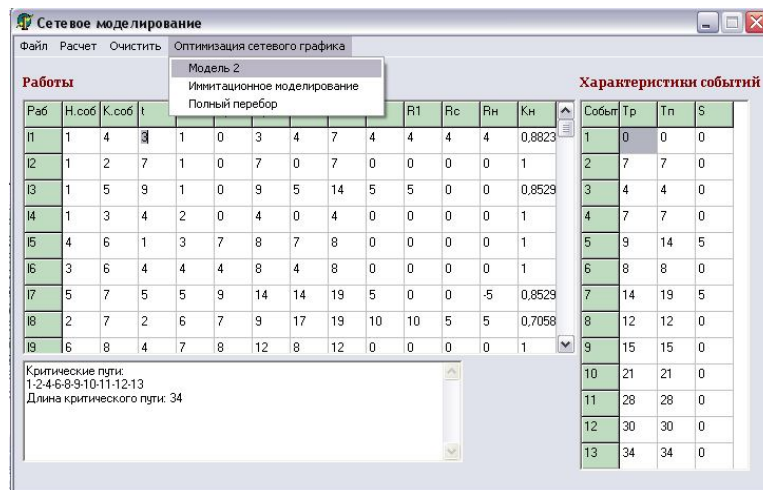


Рисунок 4 – Меню «Оптимизация сетевого графика»

При оптимизации первым алгоритмом пользователю необходимо выбрать пункт «Модель 2» (рисунок 4). При нажатии на данный пункт откроется новое окно, представленное на рисунке 5.

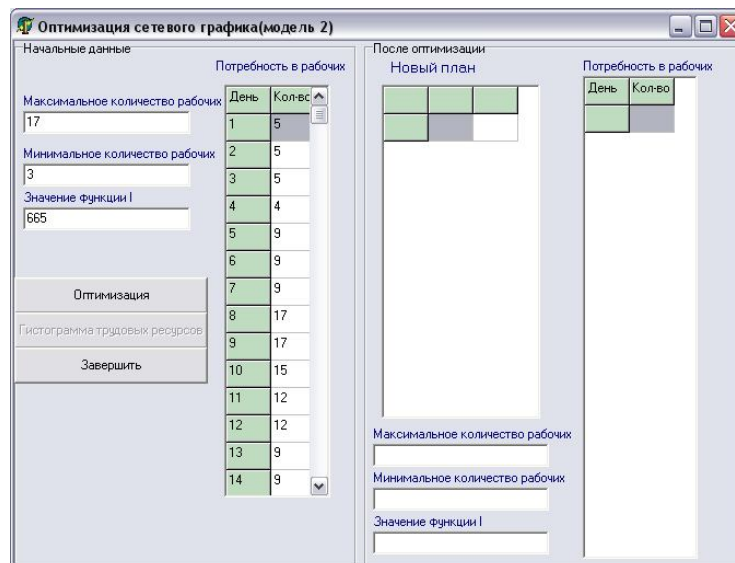


Рисунок 5 – Оптимизация первым алгоритмом

Для проведения оптимизации первым алгоритмом пользователю необходимо нажать на кнопку «Оптимизация», которая изображена на рисунке 5. Результаты будут представлены на этой же форме (рисунок 6).

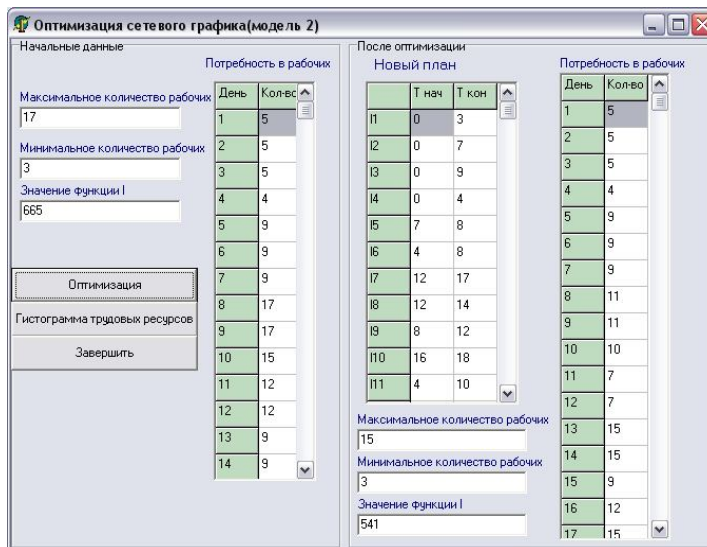


Рисунок 6 – Результаты оптимизации первым алгоритмом

Для наглядного сравнения потребностей в трудовых ресурсах до и после оптимизации пользователю необходимо нажать кнопку «Гистограмма трудовых ресурсов» (рисунок 7).

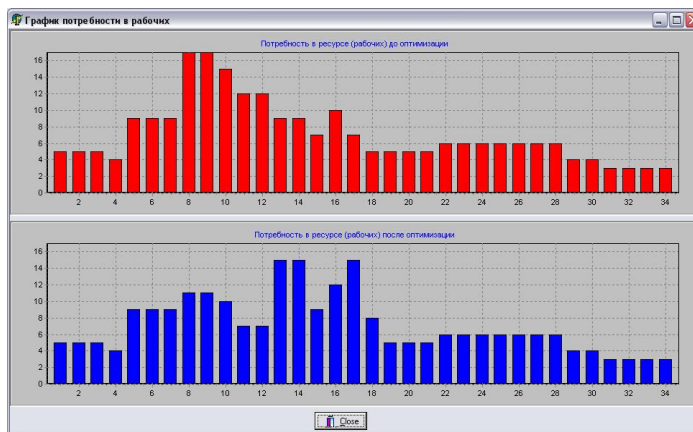


Рисунок 7 – Гистограмма потребности в трудовых ресурсах

Для оптимизации трудовых ресурсов посредством реализации интерактивного алгоритма имитационного моделирования в меню «Оптимизация сетевого графика»

пользователю нужно выбрать пункт «Имитационное моделирование», форма представлена на рисунке 4. При выборе данного пункта меню откроется новое окно, представленное на рисунке 8.

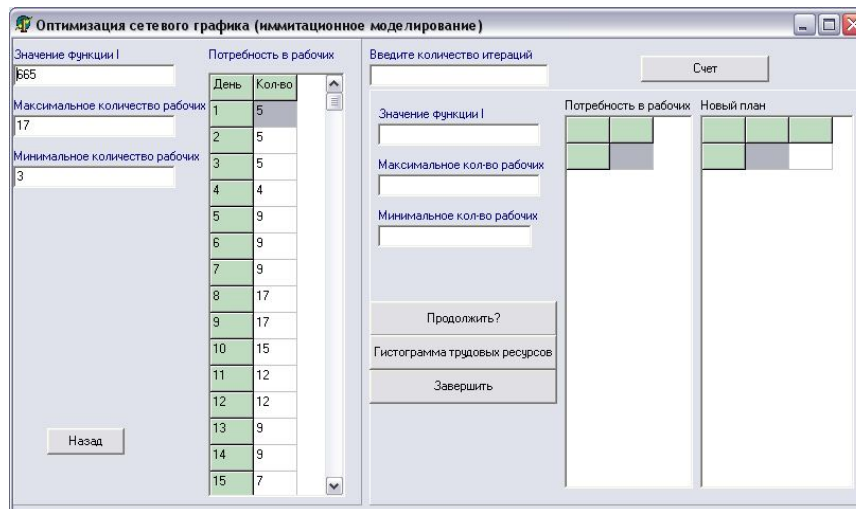


Рисунок 8 – Окно оптимизации интерактивным алгоритмом имитационного моделирования

Для проведения оптимизации по данному алгоритму пользователю необходимо в качестве дополнительной исходной информации ввести количество итераций. При нажатии кнопки «Счет» будет проведена оптимизация рисунок 9.

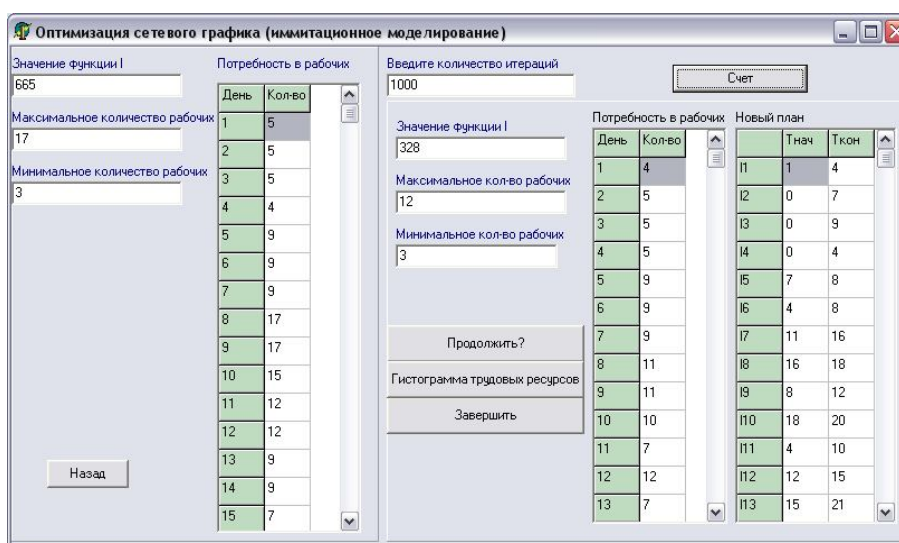


Рисунок 9 – Оптимизация посредством интерактивного алгоритма имитационного моделирования

Если пользователю необходимо посмотреть гистограмму ежедневного потребления трудовых ресурсов, то нужно нажать кнопку «Просмотреть график». При нажатии данной кнопки откроется новое окно, представленное на рисунке 10.

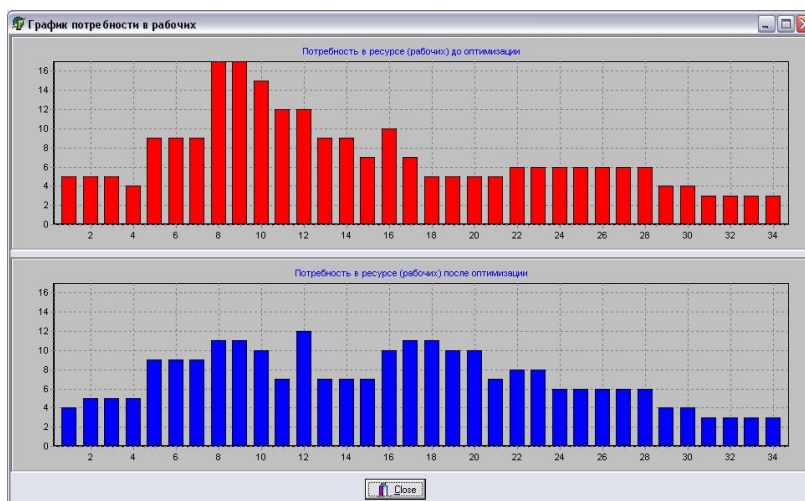


Рисунок 10 – Гистограмма ежедневного потребления трудовых ресурсов, метод имитационного моделирования

При нажатии пользователем кнопки «Назад», представленной на рисунке 9 пользователь вернется к выбору алгоритма для оптимизации распределения трудовых ресурсов.

Если пользователя не устроил результат, полученный на первом шаге, он может провести дальнейшую оптимизацию. Для этого необходимо нажать кнопку «Продолжить». Если новый план не будет лучше предыдущего, пользователю будет выведено соответствующее сообщение (рисунок 11).

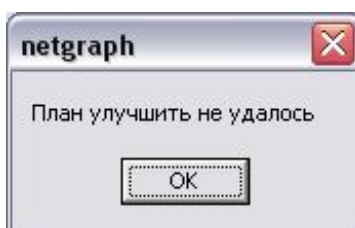


Рисунок 11 – Сообщение

Третий вариант оптимизации представлен алгоритмом полного перебора (рисунок 12).

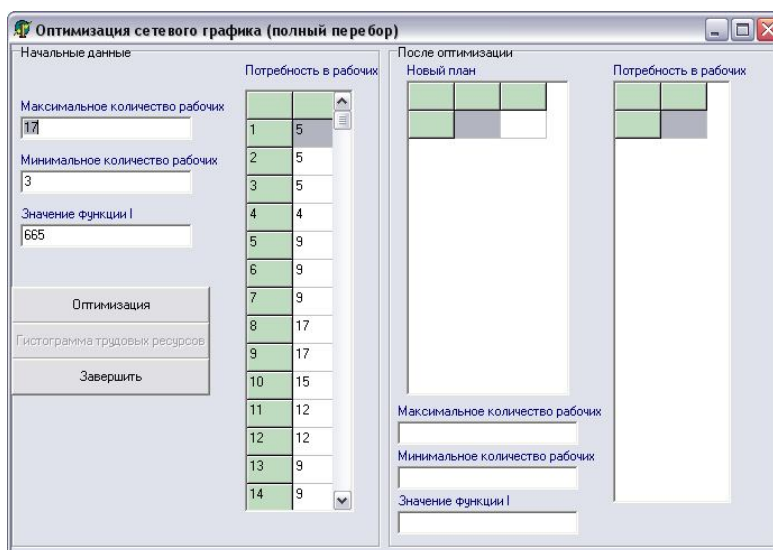


Рисунок 12 – Окно для оптимизации методом полного перебора

Для проведения оптимизации по данному алгоритму пользователю необходимо нажать кнопку «оптимизация». Результаты представлены на рисунке 13.

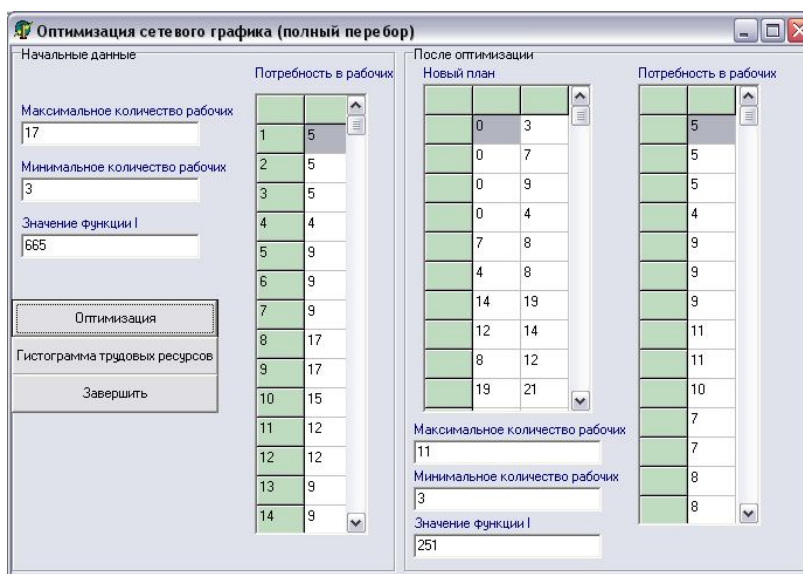


Рисунок 13 – Оптимизация посредством алгоритма полного перебора

Как и в предыдущих случаях, пользователь может посмотреть гистограмму потребностей в трудовых ресурсах (рисунок 14).

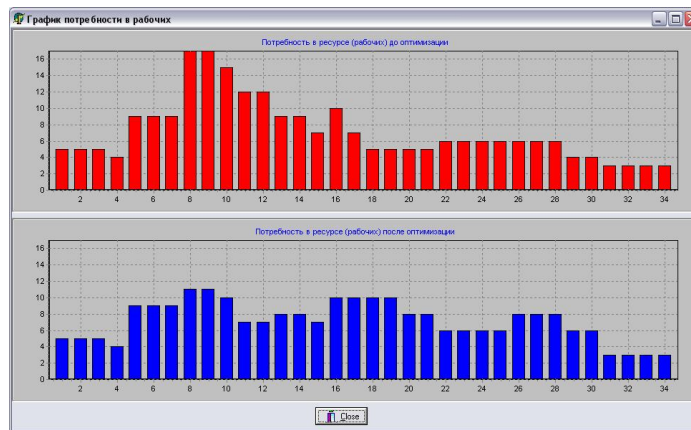


Рисунок 14 – Гистограмма ежедневного потребления трудовых ресурсов, метод полного перебора

Результаты оптимизации каждым из методов сохраняются в виде текстового документа при нажатии кнопки «Завершить» на соответствующей форме. Результаты представлены на рисунке 15.

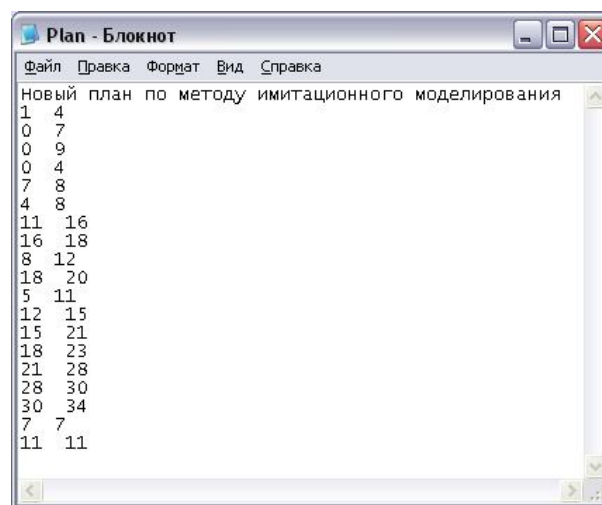


Рисунок 15 – Новый план по методу имитационного моделирования

Таким образом, была проведена оптимизация сетевого графика по количеству потребляемого ресурса (рабочих). По приближенному методу было получено сокращение максимальной потребности в рабочих от 17 до 15 человек, значение критерия сократилось от 665 до 541. С помощью метода имитационного моделирования максимальная потребность в рабочих снизилась от 17 до 12 человек, значение критерия сократилось почти в два раза (от 665 до 328). Наилучшие

результаты были получены методом полного перебора: максимальная потребность в рабочих составила 11 человек, значение критерия 251.

3 Руководство программиста

Программа реализована в среде Delphi 7.0; состоит из 8 перечисленных ниже модулей:

unit1 – отвечает за ввод и сохранение исходных данных, организует взаимодействие других модулей;

ар – содержит описание основных типов;

unit2 – расчет характеристик событий и работ сетевого графика;

unit3 – оптимизация по первому методу;

OptimSG – оптимизация методом имитационного моделирования;

unit5 – оптимизация по методом полного перебора;

proc_or – содержит основные процедуры для оптимизации сетевого графика;

Graf – отвечает за построение гистограммы потребностей в трудовых ресурсах.

Схема взаимодействия модулей представлена на рисунке 16.

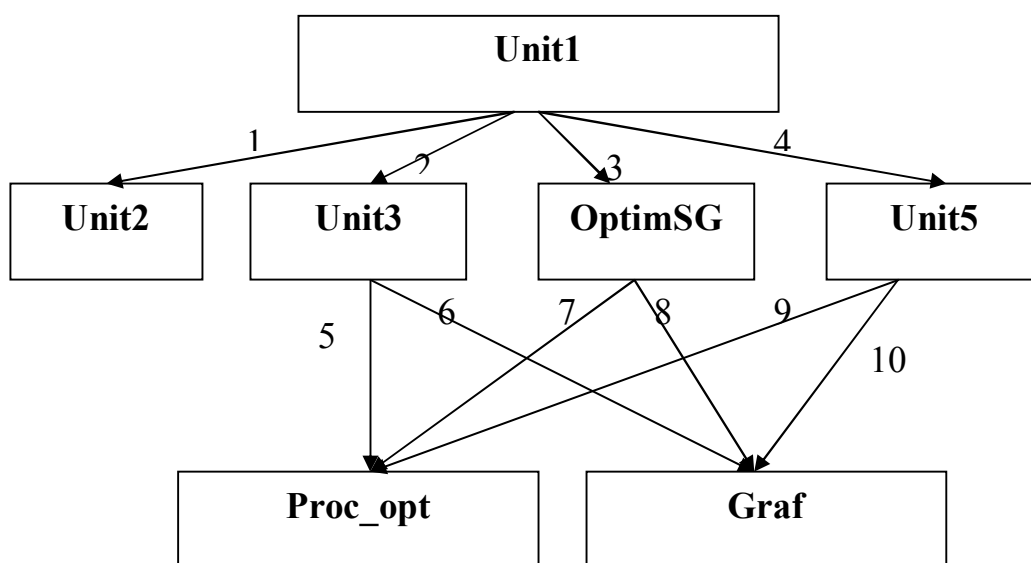


Рисунок 16 – Схема взаимодействия модулей

На рисунке 16: 1 – расчет характеристик событий и работ; 2 – оптимизация первым методом; 3 – оптимизация методом имитационного моделирования; 4 – оптимизация методом полного перебора; 5, 7, 9 – обращение к процедурам оптимизации; 6, 8, 10 – построение гистограмм потребностей в трудовых ресурсах.

Таблица 1 - Процедуры и функции, входящие в модуль OptimSG

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
TOptimiz.FormActivate	–	–	Подготовка формы к работе
procedure TOptimiz.Button1Click;	–	–	Проведение оптимизации методом имитационного моделирования
procedure TOptimiz.Button2Click(Sender: TObject);	–	–	Дальнейшее проведение оптимизации
procedure TOptimiz.Button3Click;	–	–	Завершение работы с сохранением результатов
procedure TOptimiz.Button2Click;	–	–	Вывод гистограммы

Таблица 2 - Процедуры и функции, входящие в модуль Graf

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
TGrafiki.FormActivate	–	–	Построение гистограмм
procedure TGrafiki.BitBtn1Click(Sender: TObject);	–	–	Возврат к предыдущей форме

Таблица 3 - Процедуры и функции, входящие в модуль Unit1

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
procedure TForm1.FormCreate	–	–	Подготовка формы к работе
procedure TForm1.StringGrid1 KeyPress;	–	–	Проверка корректности ввода; добавление и удаление строк
procedure TForm1.N3Click	–	–	Сохранение введенных данных
procedure TForm1.N2Click	–	–	Чтение исходных данных из текстового файла
procedure TForm1.N5Click	–	–	Организация расчета характеристик событий
procedure TForm1.N6Click	–	–	Организация расчета характеристик работ
procedure TForm1.N9Click	–	–	Переход к оптимизации первым методом
procedure TForm1.N10Click	–	–	Переход к оптимизации методом имитационного моделирования
procedure TForm1.N11Click	–	–	Переход к оптимизации методом полного перебора
function TForm1.kol_sob: integer;	–	–	Определение числа событий, составляющих граф
procedure TForm1.kritich;	–	–	Поиск критического пути

Таблица 4 - Процедуры, входящие в модуль Unit2

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
procedure hSob;	–	–	Расчет характеристик событий
procedure hRab;	–	–	Расчет характеристик работ
Procedure Put;	a: byte – номер начального события; dl:byte – длина пути от события a до k; mn: Tset – множество событий, входящих в критический путь; rab:boolean – работа I входит в критический путь; k:byte – номер текущей работы.		продолжительность отрезка пути, проходящего через работу k и совпадающего с критическим

Таблица 5 - Процедуры и функции, входящие в модуль Unit3

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
TForm3.FormActivate	–	–	Подготовка формы к работе
procedure TForm3.Button1Click;	–	–	Проведение оптимизации первым методом
procedure TForm3.Button3Click;	–	–	Завершение работы с сохранением результатов
procedure TForm3.Button2Click;	–	–	Вывод гистограммы

Таблица 6 - Процедуры и функции, входящие в модуль Unit5:

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
TOptim_perebor.FormActivate	–	–	Подготовка формы к работе
procedure TOptim_perebor.Button1 Click;	–	–	Проведение оптимизации методом полного перебора
procedure TOptim_perebor.Button3 Click;	–	–	Завершение работы с сохранением результатов
procedure TOptim_perebor.Button2 Click;	–	–	Вывод гистограммы

Таблица 7 - Процедуры и функции, входящие в модуль proc

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Назначение
function dI :real;	ежедневная потребность в рабочих; T_n,T_k:TInteger1DArray – текущие массивы времени начала и окончания работ; q:integer – номер работы; mr:integer – величина сдвига;	–	Изменение величины оптимизируемого критерия
function znI:real;	kol:TInteger1DArray – ежедневная потребность в рабочих	–	Значение оптимизируемого критерия

Продолжение таблицы 7

function I_min:real;	q:integer – номер работы; res:TInteger1DArray – ежедневная потребность в рабочих; T_n,T_k:TInteger1DArray – текущие массивы времени начала и окончания работ;	mem:integer – величина сдвига;	Определение величины сдвига
procedure optim;	T_n,T_k:TInteger1DArray – массивы времени начала и окончания работ; res:TInteger1DArray – ежедневная потребность в рабочих;	func:real – значение оптимизируемо го критерия	Оптимизация по первому методу
procedure perebor	g:integer – номер текущей работы; Tn0,Tk0:TInteger1DArray – массивы времени начала и окончания работ;	minf:real – значение оптимизируемо й функции	Алгоритм полного перебора
procedure kol_rab;	N,K:TInteger1DArray – массивы времени начала и окончания работ;	kol:TInteger1D Array – ежедневная потребность в рабочих	Расчет ежедневной потребности в рабочих
function max_rab:integer;	kol:TInteger1DArray – ежедневная потребность в рабочих	–	Максимальная потребность в рабочих
function min_rab:integer;	kol:TInteger1DArray – ежедневная потребность в рабочих	–	Минимальная потребность в рабочих

Текст программы представлен в приложении А₁.

Заключение

В курсовой работе реализовано программное средство, позволяющее рассчитать основные характеристики сетевого графика: характеристики событий и характеристики работ. Предложены алгоритмы оптимизации распределения ресурсов по работам сетевого графика: приближённый метод; оптимизация, основанная на методе имитационного моделирования и алгоритм полного перебора. С использованием разработанного программного средства можно как рассчитать основные характеристики сетевой модели, так и провести оптимизацию распределения ресурсов по работам сетевого графика.

Приложение А

Оформление титульного листа

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет экономики и управления
Кафедра математических методов и моделей в экономике

КУРСОВАЯ РАБОТА (16пт)
по дисциплине «Математические методы и модели
исследования операций»

Тема(16пт)

ГОУ ОГУ 080116.65.5011.11 ОО

Руководитель
старший преподаватель
_____ Ф.И.О.
" ___ " _____ 20__ г.

Исполнитель
студент гр.05ММЭ
_____ Ф.И.О.
" ___ " _____ 20__ г.

Оренбург 20__

Приложение Б

Оформление листа задания

Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет экономики и управления
Кафедра математических методов и моделей в экономике

Задание на курсовую работу (16пт)

Оптимизация сетевых графиков

Исходные данные: _____

Перечень подлежащих разработке вопросов:

Перечень графического материала:

Дата выдачи задания " ___ " _____ 20__ г.

Руководитель
старший преподаватель _____ Ф.И.О.

Исполнитель
студент группы 05ММЭ _____ Ф.И.О.

Срок защиты работы " ___ " _____ 20__ г.