

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
базового высшего образования  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Комбинаторная оптимизация**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 1343395  
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей Александрович  
Дата: 18.06.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- знакомство с фундаментальными понятиями и математическим аппаратом дискретной оптимизации;
- изучение основных задач дискретной оптимизации (задача о рюкзаке, задача коммивояжёра), алгоритмов и методов решения экстремальных задач на дискретных множествах;
- формирование навыков эффективно применять модели дискретной оптимизации для решения прикладных задач.

Задачами дисциплины являются:

- знакомство студентов с основными задачами дискретной математики и методами их решения;
- формирование и развитие компетенций в сфере использования методов дискретной математики для решения профессиональных задач.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные задачи дискретной оптимизации (задачу о рюкзаке, задачу коммивояжера);
- прикладные задачи дискретной оптимизации;
- основные алгоритмы дискретной оптимизации и область их применения.

### **Уметь:**

- решать задачи о целочисленном одномерном рюкзаке, булевом одномерном рюкзаке, булевом многомерном рюкзаке;
- получать оптимальное и приближённое решение задачи коммивояжёра.

### **Владеть:**

- навыками применения алгоритмов построения точного и приближённого решения экстремальных задач на дискретных множествах.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение Рассматриваемые вопросы: - постановка и особенности задач дискретного программирования (дискретной оптимизации); - примеры задач.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p><b>Задачи транспортного типа</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи транспортного типа;</li> <li>- транспортная задача в матричной постановке, целочисленность опорных планов;</li> <li>- задача о назначении (задача выбора);</li> <li>- задача коммивояжёра;</li> <li>- транспортная задача с фиксированными оплатами;</li> <li>- распределительная задача.</li> </ul>
3	<p><b>Задача об одномерном ранце</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задача о ранце - постановка;</li> <li>- задача об одномерном булевом ранце;</li> <li>- общие свойства задач о ранце;</li> <li>- алгоритм Данцига для линейной одномерной задаче о ранце</li> </ul>
4	<p><b>Приближённые методы для задачи об одномерном ранце</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритмы последовательного назначения единиц для приближённого решения задачи об одномерном ранце.</li> </ul>
5	<p><b>Задача о многомерном булевом ранце</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задача о многомерном булевом ранце;</li> <li>- алгоритмы приближённого решения задачи о многомерном ранце.</li> </ul>
6	<p><b>Алгоритмы решения задачи о ранце</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритмы улучшения начального решения;</li> <li>- алгоритмы «генетического» типа;</li> <li>- комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.</li> </ul>
7	<p><b>Задачи теории графов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи о покрытиях графов;</li> <li>- задачи о раскрасках графов.</li> </ul>
8	<p><b>Метод ветвей и границ</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема метода для общей задачи дискретного программирования;</li> <li>- метод Лэнд и Дойг для задачи о ранце;</li> <li>- применение метода ветвей и границ для задачи коммивояжёра;</li> <li>- применение метода ветвей и границ для симметричной задачи коммивояжёра;</li> <li>- алгоритм «ветвей и границ» нахождения множества всех R-близких решений в общей задаче и некоторые его применения.</li> </ul>
9	<p><b>Приближённые методы и алгоритмы дискретной оптимизации</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка задачи о поиске приближённого решения;</li> <li>- некоторые общие вопросы;</li> <li>- оптимальный алгоритм «ветвей и границ» для задачи о ранце.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Транспортная задача В результате работы на практических занятиях студент учится решать транспортную задачу симплекс-методом и методом потенциалов.
2	Задача о назначении (задача выбора) В результате работы на практических занятиях студент учится решать задачу о назначении венгерским методом.
3	Задача коммивояжёра В результате работы на практических занятиях студент учится решать симметричную и несимметричную задачу коммивояжёра методом ветвей и границ, получать приближённое решение задачи методом ближайшего соседа.
4	Распределительная задача В результате работы на практических занятиях студент учится решать распределительную задачу, сводя её к транспортной задаче, методом потенциалов.
5	Задача об одномерном булевом ранце В результате работы на практических занятиях студент учится применять правило Данцига для получения приближённого решения задачи об одномерном булевом ранце, применять прямые и двойственные алгоритмы назначения единиц, получает представление о методе ветвей и границ для точного решения этой задачи.
6	Задача о многомерном булевом ранце В результате работы на практических занятиях студент учится получать приближённое решение задачи о многомерном булевом ранце, получает представление о методе ветвей и границ для точного решения этой задачи.
7	Задача о покрытиях графов В результате работы на практических занятиях студент учится решать задачу о рёберном покрытии графа.
8	Задача о раскрасках графов В результате работы на практических занятиях студент учится решать задачи о вершинной и рёберной раскраске графа.
9	Метод ветвей и границ для задачи о ранце В результате работы на практических занятиях студент учится решать задачу о ранце методом ветвей и границ.
10	Метод ветвей и границ для симметричной задачи коммивояжёра В результате работы на практических занятиях студент учится решать симметричную задачу коммивояжёра методом ветвей и границ.
11	Метод ветвей и границ для несимметричной задачи коммивояжёра В результате работы на практических занятиях студент учится решать несимметричную задачу методом ветвей и границ.
12	Приближённые методы и алгоритмы дискретной оптимизации В результате работы на практических занятиях студент учится применять ?-оптимальный алгоритм «ветвей и границ» для нахождения приближённого решения задачи о ранце.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной литературы из приведенных источников
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Выполнение курсового проекта.

4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Сравнительный анализ алгоритмов отыскания кратчайших путей на графе.
2. е-оптимальный алгоритм "ветвей и границ" для задачи о ранце.
3. Применение метода динамического программирования для решения задачи о ранце.
4. Алгоритм "ветвей и границ" нахождения множества всех R-близких решений в общей задаче о ранце.
5. Метод ветвей и границ для задачи о ранце.
6. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.
7. Решение задачи о назначении (задача выбора).
8. Решение транспортной задачи.
9. Решение задачи о многомерном ранце.
10. Сравнительный анализ алгоритмов приближенного решения задачи о многомерном ранце.
11. Задача построения эйлера цикла в графе.
12. Задача распределения ресурсов на сетях.
13. Сравнительный анализ алгоритмов Краскала и Прима.
14. Реализация алгоритма нахождения кратчайшего расстояния между всеми парами вершин графа.
15. Задача коммивояжера.
16. Сравнительный анализ алгоритмов решения задачи об одномерном ранце.
17. Метод Лэнд и Дойг для задачи о ранце.
18. Применение метода ветвей и границ для задачи коммивояжера.
19. Применение метода ветвей и границ для симметричной задачи коммивояжера.
20. Задачи о распределении ресурсов между проектами.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	<p>Ефимов Р.А., Иванова А.П. Задачи транспортного типа: Учебное пособие по дисциплине «Математическое моделирование». – М.: РУТ (МИИТ), Янус-К, 2023. – 112 с. - ISBN 978-5-8037-0899-5</p>	<p><a href="https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54250422_93407876.pdf">https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54250422_93407876.pdf</a> (дата обращения: 24.06.2025)</p>
2	<p>Александрова Л.В., Иванова А.П., Родина Е.В. Дискретная математика и математическая логика: учебное пособие по дисциплине «Дискретная математика и математическая логика». – М.: РУТ (МИИТ), Янус-К, 2024. – 127 с. - ISBN 978-5-8037-0935-0</p>	<p><a href="https://www.elibrary.ru/download/elibrary_60004011_76672952.pdf">https://www.elibrary.ru/download/elibrary_60004011_76672952.pdf</a> (дата обращения: 24.06.2025)</p>
3	<p>Тюрин, С. Ф. Теория графов и её приложения : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 207 с. — ISBN 978-5-398-01745-8. — Текст : электронный</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/160870">https://e.lanbook.com/book/160870</a> (дата обращения: 09.04.2025)</p>
4	<p>Иванов, Б. Н. Дискретная математика и теория графов : учебное пособие для вузов / Б. Н. Иванов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 177</p>	<p><a href="https://urait.ru/bcode/544302">https://urait.ru/bcode/544302</a> (дата обращения: 09.04.2025)</p>

	с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14470-3. — Текст : электронный	
5	Методы оптимизации. Начальный курс. Часть 2. Симплекс-метод и смежные вопросы, элементы теории двойственности, многокри-териальная оптимизация. Курс лекций по дисциплине «Методы оптимизации» (учеб.пособ). - М.: МИИТ, 2006. – 104 с. ISBN нет	<a href="https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54151603_43300607.pdf">https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54151603_43300607.pdf</a> (дата обращения: 24.06.2025)
6	Тюхтина, А. А. Методы дискретной оптимизации : учебно-методическое пособие / А. А. Тюхтина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014 — Часть 1 — 2014. — 62 с. ISBN нет	<a href="https://e.lanbook.com/book/153140">https://e.lanbook.com/book/153140</a> (дата обращения: 09.04.2025)
7	Тюхтина, А. А. Методы дискретной оптимизации : учебно-методическое пособие / А. А. Тюхтина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015 — Часть 2 — 2015. — 72 с. ISBN нет	<a href="https://e.lanbook.com/book/153141">https://e.lanbook.com/book/153141</a> (дата обращения: 09.04.2025).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);
- Интернет-университет информационных технологий (<http://www.intuit.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- Операционная система Windows;
- Microsoft Office;
- MS Teams;
- Поисковые системы.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащённые компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Математическое моделирование  
сложных систем» Института  
железнодорожного транспорта

А.П. Иванова

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ПМ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

С.А. Тищенко

Н.А. Андриянова