



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

**ОЛИМПИАДА «Я – МАГИСТР»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ в 2026 году**

ПРОГРАММА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ**

Составители: Караева М.Р., Поздняков М.Н., Булатова О.Ю.

(члены методической комиссии)

Председатель методической комиссии:

Шаталова Е.Е.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения Олимпиады: выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности; стимулирование учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности обучающихся; развитие у обучающихся интеллектуальных и творческих способностей; создание необходимых условий для формирования качественного контингента магистрантов, ориентированных на продолжение академической карьеры; формирование системы непрерывного взаимодействия с одаренной и талантливой молодежью; распространение и популяризация научных знаний; привлечение талантливой молодежи, в том числе из зарубежных стран, к обучению в магистратуре.

Задания дифференцированы по сложности и требуют различных временных затрат на верное и полное решение. Задания направлены на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участников и т.п.

Очный этап Олимпиады проводится только в письменной форме. Каждый участник Олимпиады получает бланк с заданием, предусматривающим 2 варианта заданий. Каждый вариант содержит 5 заданий. При выполнении заданий требуется: иметь при себе ручку черного или синего цвета, простой карандаш, калькулятор.

При подготовке к Олимпиаде следует повторить приведенные ниже темы.

1. На участке дороги XY транспортный инженер, стоящий в точке X, насчитал 4 транспортных средства, проехавших перед ним за 20 секунд. Их скорости обозначены на рисунке. Найдите: интенсивность; плотность; среднюю временную скорость; среднюю пространственную скорость.

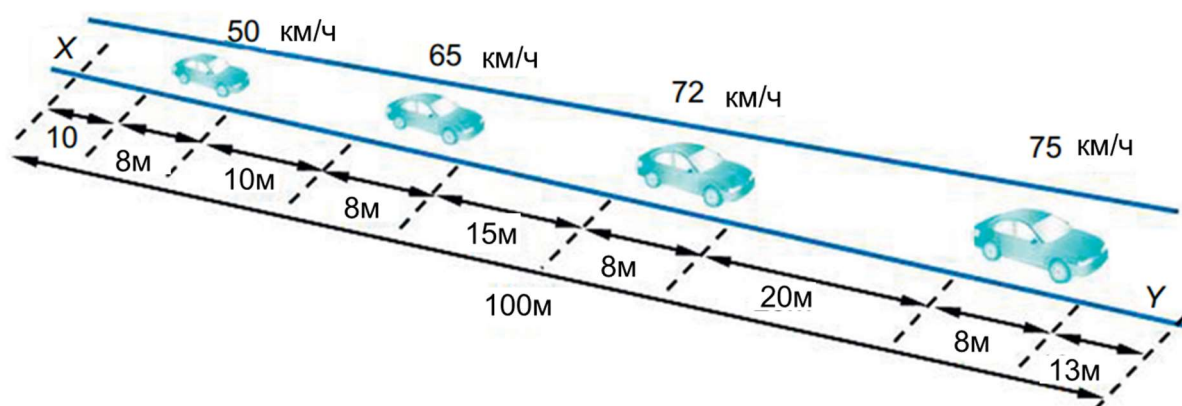


Рисунок 1

Решение:

Интенсивность:

$$q = \frac{N}{T}$$

N – зафиксированное число транспортных средств, авт;

T – период сбора данных, ч

$$q = \frac{N}{T} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5} = 720 \text{ авт/ч}$$

Плотность:

$$k = \frac{N}{L}$$

N - количество транспортных средств;

L - длина наблюдаемого участка дороги

$$k = \frac{N}{L} = \frac{4}{100} = \frac{1}{25} = \frac{1}{\frac{25}{1000}} = 40 \text{ авт/км}$$

Средняя временная скорость:

$$v_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \dot{x}_i$$

($\dot{x}_i, i = 1, 2, \dots, N$) - мгновенные скорости транспортного средства, км/ч

N - количество транспортных средств

$$v_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \dot{x}_i = \frac{50 + 65 + 72 + 75}{4} = 65,5 \text{ км/ч}$$

Средняя пространственная скорость:

$$v_s = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\dot{x}_i}}$$

($\dot{x}_i, i = 1, 2, \dots, N$) - мгновенные скорости транспортного средства, км/ч

N - количество транспортных средств

$$v_s = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\dot{x}_i}} = \frac{4}{\frac{1}{50} + \frac{1}{65} + \frac{1}{72} + \frac{1}{75}} = 63,891 \text{ км/ч}$$

Ответ: интенсивность 720 авт/ч; плотность 40 авт/км; средняя временная скорость 65,5 км/ч; средняя пространственная скорость 63,891 км/ч.

2. При проектировании информационного обеспечения на внегородской автомобильной дороге транспортному инженеру необходимо определить расстояние L от предварительного указателя направления движения до начала съезда (ответвления). Это расстояние должно обеспечить водителю достаточное время для восприятия информации, принятия решения и безопасного выполнения манёвра перестроения.

Исходные данные для расчёта:

Скорость движения при подходе к съезду: $V_1 = 50$ км/ч.

Скорость движения по съезду: $V_2 = 30$ км/ч.

Ширина проезжей части за вычетом крайней левой полосы: $B = 3.75$ м.

Средняя ширина полосы движения: $b = 3.75$ м.

Расстояние от левого края знака до кромки проезжей части (для бокового размещения): $b_y = 2$ м.

Ширина знака: $b_{зн} = 2.5$ м.

Высота установки знака (нижний край над дорогой, для наддорожного размещения): $h_y = 4.5$ м.

Высота расположения глаз водителя: $h_{гл} = 1.2$ м.

Общая высота знака: $h_{зн} = 5.1$ м.

Поправочный коэффициент: $k = 0.3$.

Решение:

Удаление знака от съезда для обеспечения достаточного расстояния при выполнении маневра перестроения определяется следующим образом:

$$L_y = 0,5 V_1 + 0,02 (V_1^2 - V_2^2) - 3,5 l_0;$$

где V_1 - скорость движения транспортного средства при подходе к съезду, км/ч;

V_2 - скорость движения по съезду, км/ч;

l_0 - удаление правого края знака от прямолинейной траектории движения автомобиля, движущегося в левом крайнем ряду данного направления, м.

Если знак устанавливают справа от автодороги, то величина l_0 определяется следующим образом:

$$l_0 = B = kb + b_y + b_{зн},$$

где B - ширина проезжей части за вычетом крайней левой полосы, м;

k - поправочный коэффициент; $k = 0,3$

b - средняя ширина полосы движения, м;

b_y - расстояние от левого края знака до кромки проезжей части, м;

$b_{зн}$ - ширина знака, м.

В случае установки знака над проезжей частью величина l_0 определяется следующим образом:

$$l_0 = h_y - h_{гл} + h_{зн},$$

где h_y - расстояние от нижнего края знака до поверхности автодороги, м;

$h_{гл}$ - высота расположения глаз водителя, м;

$h_{зн}$ - общая высота знака, м.

Пример.

$$V_1 = 50 \text{ км/ч}$$

$$b_y = 2 \text{ м}$$

$$V_2 = 30 \text{ км/ч}$$

$$b_{зн} = 2,5 \text{ м}$$

$$B = 3,75 \text{ м}$$

$$h_y = 4,5 \text{ м}$$

$$b = 3,75 \text{ м}$$

$$h_{гл} = 1,2 \text{ м}$$

$$k = 0,3$$

$$h_{зн} = 5,1 \text{ м}$$

1. Знак расположен справа:

$$l_0 = B = kb + b_y + b_{зн};$$

$$l_0 = 3,75 + 0,3 \cdot 3,75 + 2 + 2,5 = 9,4 \text{ м};$$

$$L_y = 0,5 V_1 + 0,02 (V_1^2 - V_2^2) - 3,5 l_0;$$

$$L_y = 0,5 \cdot 60 + 0,02 (60^2 - 30^2) - 3,5 \cdot 9,4 = 51,1 \text{ м};$$

2. Знак расположен над проезжей частью:

$$l_0 = 4,5 - 1,2 + 5,1 = 8,4 \text{ м};$$

$$L_y = 0,5 \cdot 60 + 0,02 (60^2 - 30^2) - 3,5 \cdot 8,4 = 54,6 \text{ м}.$$

3. Определить распределение трафика по двум маршрутам в соответствии с условием равновесия по Вардропу.

Функция эффективности для маршрута **a**:

$$S_a = 5 + 2 \cdot Q_a.$$

Для маршрута **b**:

$$S_b = 10 + Q_b.$$

Суммарный поток между пунктами отправления 1 и назначения 2 составляет 1000 автомобилей ($Q_1 = Q_2 = 1000$).

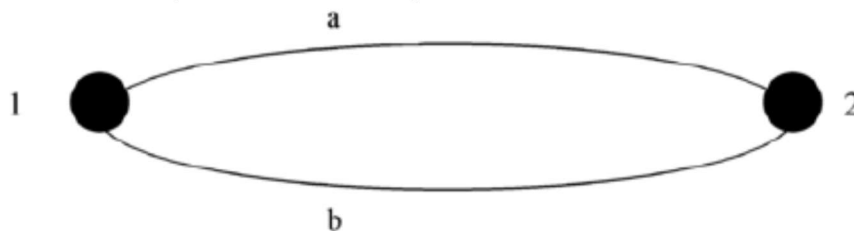


Рисунок 2 – Двухмаршрутная транспортная сеть

Решение. Затраты времени в соответствии с условием равновесия должны быть одинаковы для обоих маршрутов, т.е. $S_a = S_b$.

Из условия сохранения транспортного потока (сколько отправится из 1, столько же должно прибыть в 2) следует:

$$Q_a + Q_b = Q_1 = Q_2 = 1000,$$

Тогда

$$5 + 2(1000 - Q_b) = 10 + Q_b.$$

Откуда

$$Q_b = 665 \text{ авт.}; Q_a = 335 \text{ авт.}$$

Затраты времени

$$S_a = 5 + 2 \cdot 335 = S_b = 10 + 665 = 675 \text{ ед. времени}.$$

4. Выполнить расчёт скорости распространения фронта ударной волны на участке автомобильной дороги при сужении проезжей части в результате наличия инцидента при следующих исходных данных:

1. Двухполосная проезжая часть с сужением на одну полосу

2. $V_f = 50 \text{ км/ч}$, $V_{max} = 40 \text{ км/ч}$, $q = 1200 \text{ ед/ч}$.

Решение:

1. Используйте предоставленную сводную таблицу 2.
2. В первом столбце найдите строку, соответствующую заданной скорости свободного движения: $V_f = 50 \text{ км/ч}$.

- В этой строке найдите столбец, соответствующий типу участка: «Двухполосная проезжая часть с сужением на одну полосу».
- Внутри этого столбца найдите уравнение, соответствующее заданной максимальной скорости проезда суженного участка $V_{\max} = 40$ км/ч.
- Выбранное уравнение: $U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0563 \cdot q$,
где U — искомая скорость фронта ударной волны (км/ч), q — интенсивность движения на одну полосу (ед/ч).

$$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot 1200^2 + 0,0563 \cdot 1200 = 9.96 \text{ км/ч}$$

Ответ: Скорость фронта ударной волны положительная ($U > 0$). Это означает, что затор будет формироваться и распространяться против движения транспорта (вверх по потоку). Фронт затора будет двигаться со скоростью около 10 км/ч.

Таблица 2 -Сводная таблица уравнений скорости распространения фронта ударной волны перед участком автомобильной дороги с инцидентом

Максимальная скорость проезда участка дороги при наличии инцидента, км/ч	Двухполосная проезжая часть с сужением на одну полосу	Трёхполосная проезжая часть с сужением на одну полосу
$V_f = 40$ км/ч		
40	$U = -9 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,1027 \cdot q$	$U = -8 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,1011 \cdot q$
30	$U = -6 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0689 \cdot q$	$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0521 \cdot q$
20	$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0461 \cdot q$	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0307 \cdot q$
$V_f = 50$ км/ч		
50	$U = -7 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0957 \cdot q$	$U = -7 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0901 \cdot q$
40	$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0563 \cdot q$	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0437 \cdot q$
30	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0391 \cdot q$	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0245 \cdot q$
20	$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0423 \cdot q$	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0229 \cdot q$
$V_f = 60$ км/ч		
60	$U = -6 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,094 \cdot q$	$U = -6 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0826 \cdot q$
50	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0519 \cdot q$	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,036 \cdot q$
40	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0345 \cdot q$	$U = -4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0146 \cdot q$
30	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0311 \cdot q$	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0187 \cdot q$

20	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0341 \cdot q$	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0212 \cdot q$
$V_f = 70 \text{ км/ч}$		
70	$U = -5 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0843 \cdot q$	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0499 \cdot q$
60	$U = -2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,05 \cdot q$	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0287 \cdot q$
50	$U = -7 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,027 \cdot q$	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0179 \cdot q$
40	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0239 \cdot q$	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0138 \cdot q$
$V_f = 80 \text{ км/ч}$		
80	$U = -5 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0924 \cdot q$	$U = 4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0349 \cdot q$
70	$U = -3 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,058 \cdot q$	$U = 7 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0188 \cdot q$
60	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0308 \cdot q$	$U = -4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,016 \cdot q$
50	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,028 \cdot q$	$U = -6 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0139 \cdot q$
40	$U = -8 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0208 \cdot q$	$U = -1 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0142 \cdot q$
$V_f = 90 \text{ км/ч}$		
90	$U = -7 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,1168 \cdot q$	$U = 2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0219 \cdot q$
80	$U = -4 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0759 \cdot q$	$U = 2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0152 \cdot q$
70	$U = -4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0375 \cdot q$	$U = 4 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0125 \cdot q$
60	$U = -5 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0298 \cdot q$	$U = 2 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 - 0,0027 \cdot q$
50	$U = 5 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0116 \cdot q$	$U = 2 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0051 \cdot q$
40	$U = -9 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0198 \cdot q$	$U = -9 \cdot 10^{-6} \cdot q^2 + 0,0106 \cdot q$

q – интенсивность движения по полосе, ед/ч.

5. Обозначьте цель и задачи и представьте в виде схемы индикаторы эффективности проектов по автоматизированному управлению дорожным движением.

Используя нормативно-техническую документацию ГОСТ Р 56294—2014 и ОДМ 218.9.011-2016 определим:

Цель: оптимизация транспортного процесса за счет директивного управления транспортным потоком в штатном и нештатном режимах, обеспечение безопасности дорожного движения

Задачи: сбор параметров транспортного потока; обработка полученных данных; прогноз параметров транспортного потока по исходным данным; хранение данных; передача данных другим подсистемам ИТС в запрашиваемом виде; сбор данных о транспортных потоках на подъездах к перекрестку с целью адаптивного управления светофорным объектом; осуществление светофорного регулирования транспортных потоков в штатном и нештатном режимах; сбор данных о состоянии транспортного потока на автомагистрали и прилегающих дорогах; регулирование интенсивности транспортного потока, выезжающего на автомагистраль с прилегающих дорог; директивное управление транспортным потоком отдельно на каждой полосе движения посредством светофорного регулирования.

Схему индикаторов эффективности построим исходя из ГОСТ Р 56294—2014 и ОДМ 218.9.011-2016



Рисунок 3 – Схема индикаторов эффективности проекта по автоматизированному управлению дорожным движением

Литература для подготовки

- 1 Андронов, С.А., Фетисов, В.А. Интеллектуальные транспортные системы учебное пособие Москва: Ай Пи Ар Медиа 2021, 260с <https://www.iprbookshop.ru/116679.html>
- 2 Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем Учебник Капский Денис Васильевич, Кот Евгений Николаевич Вологда: Инфра-Инженерия 2022 412 с. <https://znanium.com/catalog/document?id=417411>
- 3 Архитектура интеллектуальных транспортных систем = Intelligent Transport Systems` Architecture учеб. пособие [для изучающих английский язык] Зырянов, В.В., Феофилова, А.А. Ростов н/Д.: ИЦ ДГТУ 2023 76 с. <https://ntb.donstu.ru/content/intelligent-transport-systems>

Заключительный этап олимпиады «Я – магистр» для поступающих в
магистратуру в 2026 году

Олимпиада по 23.04.01 программа Интеллектуальные транспортные системы

Критерии проверки.

1. Вариант преамбулы к критериям проверки заданий:

Вариант заключительного этапа Олимпиады по 23.04.01 программа ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ включает в себя 5 заданий разного типа. Каждое задание оценивается от 0 до 20 баллов. Наибольшая итоговая сумма баллов, которой могут быть оценены ответы на все вопросы олимпиадного варианта при условии отсутствия в них ошибок, неправильных, неполных или неточных ответов, равна 100. Неверные ответы оцениваются в 0 баллов. Возможен частичный зачёт баллов за неполный ответ на задание. Под неполным понимается ответ, содержащий правильные ответы не на все вопросы задания. В таком случае присуждается только часть баллов за правильные ответы задания, соответствующая доле от максимально возможного балла. Подсчёт итоговой оценки за задание осуществляется путём суммирования баллов, выставленных за каждый из вопросов.

Задача 1. На участке дороги ХУ транспортный инженер, стоящий в точке Х, насчитал 4 транспортных средства, проехавших перед ним за 20 секунд. Их скорости обозначены на рисунке. Найдите: интенсивность; плотность; среднюю временную скорость; среднюю пространственную скорость.

Всего: 20 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Неверно посчитана интенсивность движения	0
Правильно посчитана интенсивность движения	2
Неверно посчитана плотность движения	0
Правильно посчитана плотность движения	2
Неверно посчитана средняя временная скорость	0
Правильно посчитана средняя временная скорость	6
Неверно посчитана средняя пространственная скорость	0

Правильно посчитана средняя пространственная скорость	8
Дан верный ответ по всем пунктам	20

Задача 2. При проектировании информационного обеспечения на внегородской автомобильной дороге транспортному инженеру необходимо определить расстояние L от предварительного указателя направления движения до начала съезда (ответвления). Это расстояние должно обеспечить водителю достаточное время для восприятия информации, принятия решения и безопасного выполнения манёвра перестроения.

Всего: 20 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Неверно посчитано удаление правого края знака от прямолинейной траектории движения автомобиля	0
Правильно посчитано удаление правого края знака от прямолинейной траектории движения автомобиля	10
Неверно посчитано расстояние от края знака до проезжей части	0
Правильно посчитано расстояние от края знака до проезжей части	10
Дан верный ответ по всем пунктам	20

Задача 3. Определить распределение трафика по двум маршрутам в соответствии с условием равновесия по Вардропу.

Всего: 20 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Неверно посчитано условие сохранения транспортного потока	0
Правильно посчитано условие сохранения транспортного потока	10
Неверно посчитаны затраты времени	0

Правильно посчитаны затраты времени	10
Дан верный ответ по всем пунктам	20

Задача 4. Выполнить расчёт скорости распространения фронта ударной волны на участке автомобильной дороги при сужении проезжей части в результате наличия инцидента.

Всего: 20 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Неверно выбрана строка, соответствующая заданной скорости свободного движения	0
Правильно выбрана строка, соответствующая заданной скорости свободного движения	5
Неверно выбран столбец, соответствующий типу участка	0
Правильно выбран столбец, соответствующий типу участка	5
Неверно выбрано уравнение, соответствующее заданной максимальной скорости проезда суженного участка	0
Правильно выбрано уравнение, соответствующее заданной максимальной скорости проезда суженного участка	10
Дан верный ответ по всем пунктам	20

Задача 5. Обозначьте цель и задачи и представьте в виде схемы индикаторы эффективности проектов по автоматизированному управлению дорожным движением.

Всего: 20 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Неверно выбран уровень целевых индикаторов	0
Правильно выбран уровень целевых индикаторов	10
Неверно выбран уровень функциональных индикаторов	0

Правильно выбран уровень функциональных индикаторов	10
Дан верный ответ по всем пунктам	20