Задания ДПП «Предиктивная аналитика для транспорта и логистики»

Всего заданий: 6

**Задание № 1**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Железная дорога и энергетическая отрасль тесно связаны.

Железные дороги обеспечивают весь топливно-энергетический комплекс своими услугами: доставка оборудования на месторождения, доставка ресурсов потребителям, доставка оборудования для строительства электростанций, труб для трубопроводов и др. В то же время железные дороги являются крупнейшим потребителем электроэнергии.

Необходимо построить экономико-математическую балансовую модель, отражающую связи этих отраслей и исследовать её методами линейной алгебры.

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Определить модель, отражающую связи железнодорожного транспорта и энергетической отрасли | Связи железнодорожного транспорта и энергетической отрасли заключаются в связи между результатом деятельности одной отрасли и затратами обеих отраслей, необходимыми для обеспечения этого результата деятельности. Экономико-математическая балансовая модель (модель Леонтьева) характеризует межотраслевые (железнодорожный транспорт - энергетика) производственные взаимосвязи |
| Укажите, какие параметры, характеризующие железнодорожный транспорт и энергетическая отрасль, участвуют при построении экономико-математической балансовой модели | Из предложенных вариантов выбрать: объём затрат железной дороги для обеспечения функционирования энергетической отрасли (затраты на производство условной единицы совокупной продукции); совокупный выпуск энергетической отрасли (в условных денежных единицах) |

Предмет оценки: «Уметь формулировать профессиональные задачи, используя абстрактный (математический) язык, при наличии больших объемов данных»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Имеется две отрасли: первая — энергетика, вторая — железнодорожный транспорт. Пусть объём затрат железной дороги (затрат на производство условной единицы совокупной продукции) равен 0,00010 и 0,00018, объём затрат энергетической отрасли — 0,00025 и 0,00158. Также известен требуемый конечным потребителем объём выпуска энергетической отрасли: 5683,75849 (усл. ден. ед.). Завершите построение экономико-математической балансовой модели (железнодорожный транспорт - энергетика) | В дополнительном материале модельный ответ 1.1 |
| Определить продуктивна или нет полученная матрица в этой модели | Является продуктивной |
| Составьте систему линейных уравнений эквивалентной 1.1 | В дополнительном материале модельный ответ 1.2 |
| Решите систему линейных уравнений 1.2 дополнительного материала | В дополнительном материале модельный ответ 1.3 |

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Интерпретировать полученное решение системы линейных уравнений (дополнительный материал 1.3) | Выпуск энергетической отрасли 5684,353571 (в денежном выражении) обеспечивает функционирование железной дороги и объём конечного потребления в размере 5683,75849 (усл.ден.ед.); железная дорога обеспечивает потребности энергетической отрасли; энергетическая отрасль обеспечивает потребности железной дороги, возможен экспорт продукции энергетической отрасли в размере 5683,75849 (усл.ден.ед.) |

**Задание № 2**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Пусть имеется участок железной дороги, на котором располагается независимых (однорадиусных и составных) кривых. На каждой i-й кривой известны:

* длина криволинейного участка,
* ограничение скорости в пределах этого участка,
* угол поворота,
* капиталовложения, необходимые для реконструкции единицы длины кривой,
* параметр, зависящий от величины возвышения наружного рельса и допускаемой величины непогашенного ускорения.

Требуется найти величины проектных радиусов, ограничивающих скорость кривых, при которых капиталовложения будут равны заданным, а сокращение времени хода будет максимальным.

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь формулировать профессиональные задачи, используя абстрактный (математический) язык, при наличии больших объемов данных»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Определить к какому типу задач относится данная профессиональная задача | Задача на условный экстремум функции нескольких переменных |
| Завершите построение модели железнодорожного участка как технической системы | В дополнительном материале модельный ответ 2.1 |

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Укажите методы решения получившейся задачи | Метод множителей Лагранжа |
| Составьте функцию Лагранжа для полученной задачи | В дополнительном материале модельный ответ 2.2 |
| Определить частные производные функции Лагранжа | В дополнительном материале модельный ответ 2.3 |
| Определить необходимые условия экстремума функции Лагранжа с учетом полученных частных производных | В дополнительном материале модельный ответ 2.3 |
| Решить полученную систему уравнений | В дополнительном материале модельный ответ 2.4 |

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Интерпретируйте полученное решение системы уравнений | Для заданной величины капиталовложений K0 можно найти оптимальные величины проектных радиусов Ri и максимальное сокращение времени хода дельта T. |

**Задание № 3**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Необходимо изучить зависимость между объёмом парка платформ и объёмом парка цистерн в общей сети РЖД. В таблице приведены данные за период с января 2021 года по июнь 2022 года помесячно в тысячах штук:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **01.21** | **02.21** | **03.21** | **04.21** | **05.21** | **06.21** | **07.21** | **08.21** | **09.21** |
| **Х (об. платф.), тыс.шт.** | **66,5** | **66,4** | **66,2** | **66,2** | **66,1** | **65,8** | **65,5** | **65,1** | **64,8** |
| **Y (об.**  **цистерн),**  **тыс.шт.** | **249,3** | **249,7** | **250,1** | **250,4** | **250,7** | **251,0** | **251,8** | **251,8** | **252,0** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **10.21** | **11.21** | **12.21** | **01.22** | **02.22** | **03.22** | **04.22** | **05.22** | **06.22** |
| **Х (об. платф.), тыс.шт.** | **64,9** | **65,0** | **65,3** | **65,2** | **65,1** | **65,1** | **65,2** | **65,3** | **65,3** |
| **Y (об.**  **цистерн),**  **тыс.шт.** | **252,0** | **251,9** | **252,0** | **252,0** | **252,2** | **252,1** | **252,1** | **252,7** | **252,6** |

Вычислить выборочный коэффициент корреляции и оценить силу и направление связи между исследуемыми величинами.

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория.

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Подготовить таблицу для вычисления коэффициента корреляции | В дополнительных материалах модельный ответ 3.1 |
| Вычислить коэффициент корреляции | В дополнительном материале модельный ответ 3.2 |

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Интерпретировать полученный результат | Между переменными сильная корреляционная связь. Отрицательный коэффициент корреляции, близкий к -1, означает, что между переменными имеет место сильная отрицательная корреляция. Иными словами, поведение одной переменной противоположно поведению другой. Если значение X будет возрастать, то значение Y будет уменьшаться и наоборот. Очевидно, что если корреляция сильная, то зная поведение одной переменной, проще предсказать поведение другой, и полученное предсказание будет достаточно точным. Другими словами: одна переменная хорошо «объясняет» другую переменную. |

**Задание № 4**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Имеется 3 пункта (поставщиков), где находятся запасы некоторого грузат - 60, 20 и 30 условных единиц груза соответственно.

Имеется также 3 пункта (потребителей), куда требуется доставить этот груз - 60, 30 и 40 условных единиц груза.

Предполагается, что запасы груза у поставщиков равны потребностям потребителей.

Имеется также железнодорожная сеть, связывающая пункты. Для каждой ветки дороги известна цена перевозки единицы груза.

Требуется составить план перевозок таким образом, чтобы груз был доставлен от поставщиков потребителям с минимальными затратами.

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория.

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь формулировать профессиональные задачи, используя абстрактный (математический) язык, при наличии больших объемов данных»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Определить раздел математики для решения указанной задачи | Задача решается с использованием графа, где вершины соответствуют пунктам, а ребра - дорогам |

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Проверить допустимый план перевозок. Граф допустимого плана перевозок в дополнительном материале п.2 | Предложенный план перевозок означает, что следует перевезти 60 единиц груза из пункта 1 в пункт 6, 20 единиц - из пункта 2 в пункт 6, 4 единиц - из пункта 6 в пункт 5, 10 единиц - из пункта 5 в пункт 4 , 50 единиц - из пункта 3 в пункт 4. Видно, что все потребители при этом получат необходимое количество груза: пункт 4 - 60 единиц (10+50), пункт 5 - 30 единиц (ввезено 40 единиц, вывезено 10), пункт 6 - 40 единиц (ввезено 60+20 = 80 единиц, вывезено 40). При этом от поставщиков вывозится весь груз (так как количество груза, необходимого для потребителей, равно его запасам) |
| Посчитать затраты на перевозки при реализации допустимого плана | E = 360 + 420 + 240 + 610 + 350 = 550 ден.ед. |
| Найти потенциалы вершин (присвоив нулевой потенциал вершине 1). | Присвоим вершине с номером 1 потенциал, равный нулю: U 1 = 0. Теперь можно найти потенциал вершины 6, перемещаясь в нее по стрелке из вершины 1: U 6 = U1 + C 16 = 0 + 3 = 3. Зная потенциал вершины 6, можно найти потенциалы вершин 2 и 5: U2 = U6 - C62 = 3 - 4 = -1 (здесь выполняется вычитание, а не сложение, так как переход из вершины 6 в вершину 2 выполняется против стрелки; U 5 = U 6 + C65 = 3 + 2 = 5. Зная потенциал вершины 5, можно найти потенциал вершины 4: U4 = U 5 + C54 = 5 + 6 = 11. Зная потенциал вершины 4, можно найти потенциал вершины 3: U 3 = U4 - C43 = 11 - 3 = 8 |
| Вычислить оценку для каждого ненагруженного ребра | d13 = C13 – U1 – U3 = 1 – 0 – 8 = -7; d12 = C12 – U1 – U2 = 2 – 0 – (-1) = 1; d23 = C23 – U2 – U3 = 3 – (-1 ) – 8 = -6 |
| Найти оптимальный план перевозки (выбрав за новое ребро перевозки с максимальной по модулю отрицательной оценкой) | В дополнительном материале модельный ответ 4.1 |

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Оценить оптимальность полученного плана перевозки (п.3 в дополнительном материале к заданию) | Не оптимальный план перевозок, так как есть отрицательные оценки ребер |
| Оценить оптимальность плана полученного плана перевозки (модельный ответ № 4.1 в дополнительном материале к заданию) | Так как все оценки ребер неотрицательны, найденный план -оптимальный. Этот план состоит в следующем: следует перевезти 50 единиц груза из пункта 1 в пункт 6, 10 единиц - из пункта 1 в пункт 3, 20 единиц - из пункта 2 в пункт 6, 30 единиц - из пункта 6 в пункт 5, 60 единиц - из пункта 3 в пункт 4. Затраты на перевозки, как рассчитано выше, составят E = 480 ден.ед. |

**Задание № 5**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Необходимо найти решения для снижения заражения инфекцией внутри замкнутого протранства (вагон или вокзал), используя SIS модель, указанная в дополнительном материале к заданию

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Интерпретировать полученные стационарные состояния системы (модельный ответ 5.1 в дополнительном материале к заданию) | В каждый момент времени есть и инфицированные и неинфицированные. Это состояние возможно только при 𝛾/𝛽≤𝑁, причём при 𝛾/𝛽=𝑁 оно совпадает с первым |

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Определить вид системы уравнений SIS модели | Система является нелинейной системой обыкновенных дифференциальных уравнений |
| Найти стационарные (постоянные) решения SIS модель | В дополнительном материале к заданию 5.1 |
| Исследовать (не решая систему уравнений) непостоянные решения системы уравнений (SIS модели) | Непостоянные решения можно исследовать качественно (не решая систему уравнений). В частности, на множестве t, таких что S(t)<𝛾/𝛽, функция S возрастает (количество здоровых увеличивается), а на множестве t, таких что 𝛾/𝛽<S(t)<N, функция S убывает (количество здоровых пассажиров уменьшается). Стоит отметить, что система обыкновенных дифференциальных уравнений допускает аналитическое решение (сводится к уравнению с разделяющимися переменными) |

**Задание № 6**

**Тип задания**

Задание на применение умений и навыков в реальных или модельных условиях

**Описание ситуации и постановка задачи**

Рассмотрим модель перевозок, в которой есть m различных маршрутов А. О состояниях «природы» (погодные условия, влияющие на надежность и время транспорта в пути; транспортная ситуация; стихийные бедствия; политическая ситуация в стране и др.) можно сделать n предположений П.

Требуется выбрать такую стратегию игрока А (чистую или смешанную), которая является более выгодной по сравнению с другими.

**Место выполнения**

учебный портал/учебная аудитория

Максимальное время выполнения: 30 минут

**Критерии оценки**

Предмет оценки: «Уметь подбирать методы решения профессиональных задач при помощи математического аппарата в условиях практической деятельности»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Построить матрицу рисков для условий 1 модели перевозок, определенных в дополнительном материале к заданию | В дополнительном материале модельный ответ 6.1 |
| Найдём оптимальную стратегию игрока А с помощью критерия Байеса и среднего риска для условий 2 модели перевозок | В дополнительном материале модельный ответ 6.2 |

Предмет оценки: «Уметь интерпретировать решение профессиональной задачи, используя математический аппарат»

|  |  |
| --- | --- |
| Объект оценки | Модельный элемент |
| Интерпретировать результат по критерию Байерса и по среднему риску | Оптимальной по критерию Байеса является чистая стратегия (маршрут) A\_3. Оптимальной по среднему риску является чистая стратегия (маршрут) A\_3 |