



Задания заключительного этапа
Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал»
по направлению «Математическое моделирование»

Категория участия «Магистратура / специалитет»

Блок «Моделирование социально-экономических процессов», составленный с партнером по методической составляющей ООО «Системные решения».

Задача 1 (15 баллов).

Бригада из пяти человек выполняет строительные работы по возведению нового кампуса. Работы разделены на несколько этапов: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, где каждый номер представляет собой отдельный этап работ, 1 – начало строительных работ, 8 – конец строительных работ. Иван, Петр, Антон, Андрей и Максим могут выполнять различные работы за различное количество дней, как указано ниже:

Иван: 1-2 (4 дня), 3-4 (5 дней), 3-5 (6 дней);

Петр: 1-3 (7 дней), 4-7 (2 дня);

Антон: 3-6 (4 дня), 2-3 (5 дней), 7-8 (10 дней);

Андрей: 3-5 (6 дней), 4-7 (4 дня), 5-8 (6 дней);

Максим: 6-7 (3 дня), 7-8 (8 дней).

Необходимо распределить строителей на работы таким образом, чтобы критический путь выполнения работ был минимальным и параллельные работы выполняли разные строители.

Примечание. Критический путь – это самая длинная цепочка последовательно выполняемых задач от начала до конца проекта.

Задача 2 (15 баллов). Администрация города принимает решение открыть офис Многофункционального центра (МФЦ) для оказания муниципальных услуг гражданам. Предполагается, что офис будет оказывать 7 услуг. Статистика работы других офисов показывает востребованность услуг у населения в долях и среднее время оказания каждой услуги (таблица №1).

Таблица №1. Статистика оказания услуг в других офисах МФЦ

Услуга	Востребованность у населения	Время оказания услуги (мин)
№1	28%	14
№2	24%	7
№3	17%	18
№4	13%	4
№5	7%	6
№6	7%	20
№7	4%	25

В офис поступает поток посетителей с интенсивностью 14 чел/ч. Требуется определить минимально необходимое количество окон обслуживания в МФЦ, чтобы обеспечить муниципальными услугами предполагаемых посетителей с обязательным выполнением норматива, что среднее время ожидания в очереди составляет не более 15 минут.

Задача 3 (20 баллов). В городе есть кафе – «Звездный коктейль». Каждое кафе в таблице рейтинга оценивается по двум параметрам: качество напитков и атмосфера. Рейтинг по каждому критерию выставляется по непрерывной шкале от 2 до 5. Две промежуточные оценки затем усредняются и округляются до ближайшего целого числа, чтобы получить итоговый рейтинг кафе. Вероятность получить рейтинг от 2 до 3 по качеству напитков у кафе «Звездный коктейль»



такая же, как и вероятность получить рейтинг от 3 до 5, то есть 50%. Кафе «Звездный коктейль» уверено, что получит промежуточную оценку от 3 до 4 по критерию «атмосфера». Какова вероятность получения итоговой оценки, равной 4, если все распределения в указанных диапазонах являются равномерными?

Блок «Моделирование физических процессов и процессов механики», составленный с партнером по методической составляющей ООО «РН-БашНИПИнефть».

Задача 4 (15 баллов). Контроль за разработкой месторождения подразумевает анализ поведения скважины. Одним из контролируемых параметров скважины является дебит отдельных пластов, вскрываемых скважиной. Широко используемым методом измерения дебита в скважине является метод механической расходомерии. Преимуществом метода является линейная зависимость частоты вращения крыльчатки расходомера (турбинки) от скорости набегающего потока жидкости. Для определения скорости потока жидкости в скважине проводится серия замеров на различных скоростях движения прибора. На рис. 1 приведены результаты измерения в добывающей нефтяной скважине, вскрывающей два продуктивных пласта (интервалы поступления пластовой жидкости в скважину). Измерения N_1, N_2, N_3, N_4 проведены со скоростью движения прибора 5, 10, 20, 30 м/мин соответственно (табл. 2). Внутренний диаметр скважины 160 мм.

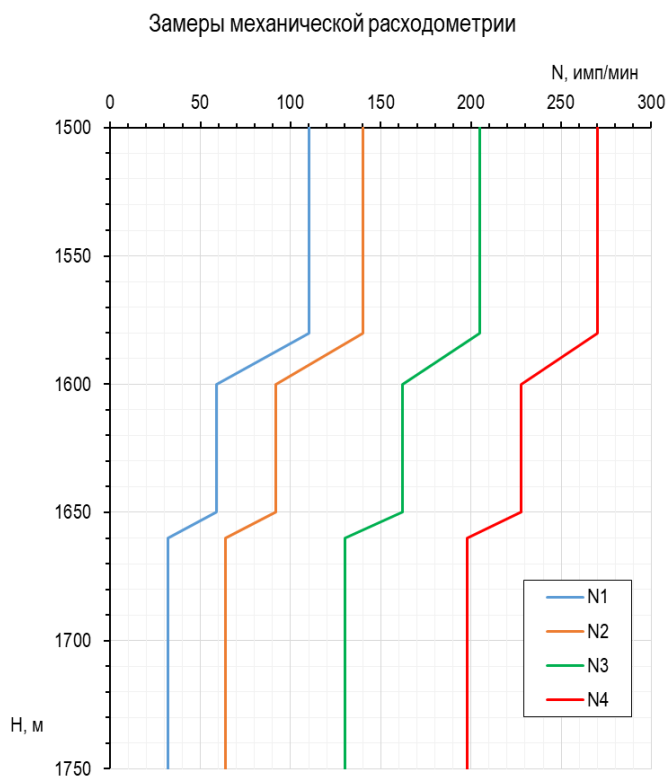


Рис. 1. Замеры механической расходомерии

Определить интервалы поступления жидкости в скважину, построить график изменения расхода жидкости по стволу скважины (профиль притока) и определить общий дебит скважины. При расчетах учесть наличие порога «страгивания» турбинки механического расходомера, т.е. минимального расхода жидкости, начиная с которого расходомер начинает устойчиво вращаться. Указание: постройте графики зависимости частоты вращения турбинки расходомера от скорости его движения.



Таблица №2. Результаты измерений

Н, м	Н1, имп/мин	Н2, имп/мин	Н3, имп/мин	Н4, имп/мин
1500	110	140	205	270
1525	110	140	205	270
1550	110	140	205	270
1580	110	140	205	270
1600	59	92	162	228
1625	59	92	162	228
1650	59	92	162	228
1660	32	64	130	198
1700	32	64	130	198
1750	32	64	130	198

Задача 5 (15 баллов). В вертикальную трещину гидроразрыва, вскрывающую горизонтально залегающий нефтяной пласт, закачана холодная жидкость температурой $T_0 = 20^{\circ}C$ (рис. 2 – вид сверху, пласт по высоте однородный, толщина пласта – 1 м). Температура пласта при закачке оставалась постоянной и равной $T_r = 60^{\circ}C$. В дальнейшем закачку прекратили, и температура в трещине начала восстанавливаться за счет теплообмена с пластом, причем тепловой поток пропорционален разности температур в пласте и трещине: $q = \alpha(T_r - T)$, $\alpha = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Найти температуру в трещине в момент времени $\tau = 30$ мин после остановки закачки. Ширина трещины $w = 2$ мм, объемная теплоемкость пласта и трещины $C = 5 \text{ МДж}/(\text{м}^3 * \text{К})$. Изменением температуры в пласте и вдоль трещины пренебречь. При решении использовать симметрию задачи, поток тепла умножить на 2.



Рис. 2. Геометрия задачи №5

Задача 6 (20 баллов). Подводное судно обладает способностью двигаться в воде со скоростью $v(t)$ в условиях полного отсутствия течения. Подводному судну необходимо проплыть в потоке воды, двигающемся со скоростью $w(t)$ (где $w < v$), определенное время T , после чего вернуться в исходную точку. Оцените минимальную и максимальную длину возможного пути подводного судна, при условии, что траектория движения остается непрерывной и имеет кусочно-непрерывную первую производную. Воздействием всех гидродинамических сил, включая силу тяжести, можно пренебречь.