ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Бурения

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу:

Оптимизация процессов бурения скважин

2005г.

Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1 | 3,5 | 1 | 4,0 |
| 2 | 4,1 | 2 | 4,2 |
| 3 | 4,0 | 3 | 4,1 |
| 4 | 4,2 | 4 | 0,3 |
| 5 | 3,8 | 5 | 0,5 |
| 6 | 1,0 | 6 | 5,2 |
| 7 | 0,9 | 7 | 5,0 |
| 8 | 3,9 | 8 | 3,9 |
| 9 | 4,2 | 9 | 3,8 |
| 10 | 4,1 | 10 | 4,2 |
| 11 | 4,0 | 11 | 4,3 |
| 12 | 14,3 | 12 | 4,4 |
| 13 | 14,0 |  |  |
| 14 | 13,7 |  |  |

Оптимизация процесса бурения возможна по критериям максимальной механической скорости проходки, максимальной рейсовой скорости бурения и стоимости 1 метра проходки, а также по вопросам оптимальной отработки долота при его сработке по вооружению, опоре или по диаметру. Наша задача при этом сводится к нахождению оптимальной механической скорости проходки для осуществления процесса бурения скважин на оптимальном режиме. В данном решении предполагается, что проведены испытания в идентичных горно-геологических условиях и с одинаковыми режимами.

Выборка №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 3,5 | 4,1 | 4,0 | 4,2 | 3,8 | 1,0 | 0,9 | 3,9 | 4,2 | 4,1 | 4,0 | 14,3 | 14,0 | 13,7 |

Выборка №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |  |  |
| 4,0 | 4,2 | 4,1 | 0,3 | 0,5 | 5,2 | 5,0 | 3,9 | 3,8 | 4,2 | 4,3 | 4,4 |  |  |

1. Расчёт средней величины.

,





1. Расчёт дисперсии

,

Выборка №1.







Выборка №2.







1. Расчёт среднеквадратичной величины.

,

Выборка №1



Выборка №2



1. Расчёт коэффициента вариации

,

Выборка №1



Выборка №2



1. Определение размаха варьирования

,

Выборка №1



Выборка №2



1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:





Выборка №1



 

Значения выборки 1 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 0,0324 | 1 | 4,0 | 0,01265625 |
| 2 | 4,1 | 0,1764 | 2 | 4,2 | 0,00765625 |
| 3 | 4,0 | 0,1024 | 3 | 4,1 | 0,00015625 |
| 4 | 4,2 | 0,2704 | 4 | 3,9 | 0,04515625 |
| 5 | 3,8 | 0,0144 | 5 | 3,8 | 0,09765625 |
| 6 | 1,0 | 7,1824 | 6 | 4,2 | 0,00765625 |
| 7 | 3,9 | 0,0484 | 7 | 4,3 | 0,03515625 |
| 8 | 4,2 | 0,2704 | 8 | 4,4 | 0,08265625 |
| 9 | 4,1 | 0,1764 |  |  |  |
| 10 | 4,0 | 0,1024 |  |  |  |
| Среднее значение | 3,68 | 8,376 | Среднее значение | 4,1125 | 0,28875625 |
| Дисперсия | 0,93 | Дисперсия | 0,04 |

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Метод Башинского:

,

где

 - коэффициент Башинского;

 - размах варьирования.



Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 и №2 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  и  подлежат отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для обоих выборок.

1. Расчёт средней величины





1. Расчёт дисперсии













|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 2,343961 | 1 | 4,0 | 0,0016 |
| 2 | 4,1 | 0,866761 | 2 | 4,2 | 0,0576 |
| 3 | 4,0 | 1,062961 | 3 | 4,1 | 0,0196 |
| 4 | 4,2 | 0,690561 | 4 | 0,5 | 11,9716 |
| 5 | 3,8 | 1,515361 | 5 | 5,2 | 1,5376 |
| 6 | 1,0 | 16,248961 | 6 | 5,0 | 1,0816 |
| 7 | 0,9 | 17,065161 | 7 | 3,9 | 0,0036 |
| 8 | 3,9 | 1,279161 | 8 | 3,8 | 0,0256 |
| 9 | 4,2 | 0,690561 | 9 | 4,2 | 0,0576 |
| 10 | 4,1 | 0,866761 | 10 | 4,3 | 0,1156 |
| 11 | 4,0 | 1,062961 | 11 | 4,4 | 0,1936 |
| 12 | 14,0 | 80,442961 |  |  |  |
| 13 | 13,7 | 75,151561 |  |  |  |
| Среднее значение | 5,031 | 199,287693 | Среднее значение | 3,96 | 15,0656 |
| Дисперсия | 16,60730775 | Дисперсия | 1,50656 |

1. Расчёт среднеквадратичной величины





1. Расчёт коэффициента вариации.





1. Определение размаха варьирования





1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 и №2 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  и  подлежат отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для обоих выборок.

1. Расчёт средней величины





|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 0,6084 | 1 | 4,0 | 0,0961 |
| 2 | 4,1 | 0,0324 | 2 | 4,2 | 0,0121 |
| 3 | 4,0 | 0,0784 | 3 | 4,1 | 0,0441 |
| 4 | 4,2 | 0,0064 | 4 | 5,2 | 0,7921 |
| 5 | 3,8 | 0,2304 | 5 | 5,0 | 0,4761 |
| 6 | 1,0 | 10,7584 | 6 | 3,9 | 0,1681 |
| 7 | 0,9 | 11,4244 | 7 | 3,8 | 0,2601 |
| 8 | 3,9 | 0,1444 | 8 | 4,2 | 0,0121 |
| 9 | 4,2 | 0,0064 | 9 | 4,3 | 0,0001 |
| 10 | 4,1 | 0,0324 | 10 | 4,4 | 0,0081 |
| 11 | 4,0 | 0,0784 |  |  |  |
| 12 | 13,7 | 88,7364 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Среднее значение | 4,28 | 112,1368 | Среднее значение | 4,31 | 1,869 |
| Дисперсия | 10,194 | Дисперсия | 0,2076 |

1. Расчёт дисперсии











1. Расчёт среднеквадратичной величины.





1. Расчёт коэффициента вариации.





1. Определение размаха варьирования.





1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 и №2 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  и  подлежат отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для обоих выборок.

1. Расчёт средней величины





|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 0,005329 | 1 | 4,0 | 0,0441 |
| 2 | 4,1 | 0,452929 | 2 | 4,2 | 0,0001 |
| 3 | 4,0 | 0,328329 | 3 | 4,1 | 0,0121 |
| 4 | 4,2 | 0,597529 | 4 | 5,0 | 0,6241 |
| 5 | 3,8 | 0,139129 | 5 | 3,9 | 0,0961 |
| 6 | 1,0 | 5,890329 | 6 | 3,8 | 0,1681 |
| 7 | 0,9 | 6,385729 | 7 | 4,2 | 0,0001 |
| 8 | 3,9 | 0,223729 | 8 | 4,3 | 0,0081 |
| 9 | 4,2 | 0,597529 | 9 | 4,4 | 0,0361 |
| 10 | 4,1 | 0,452929 |  |  |  |
| 11 | 4,0 | 0,328329 |  |  |  |
| Среднее значение | 3,427 | 15,401819 | Среднее значение | 4,21 | 0,9889 |
| Дисперсия | 1,5401819 | Дисперсия | 0,1236125 |

1. расчет дисперсии











1. Расчёт среднеквадратичной величины





1. Расчёт коэффициента вариации





1. Определение размаха варьирования





1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 и №2 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  и  подлежат отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для обоих выборок.

1. Расчёт средней величины





|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 0,0324 | 1 | 4,0 | 0,01265625 |
| 2 | 4,1 | 0,1764 | 2 | 4,2 | 0,00765625 |
| 3 | 4,0 | 0,1024 | 3 | 4,1 | 0,00015625 |
| 4 | 4,2 | 0,2704 | 4 | 3,9 | 0,04515625 |
| 5 | 3,8 | 0,0144 | 5 | 3,8 | 0,09765625 |
| 6 | 1,0 | 7,1824 | 6 | 4,2 | 0,00765625 |
| 7 | 3,9 | 0,0484 | 7 | 4,3 | 0,03515625 |
| 8 | 4,2 | 0,2704 | 8 | 4,4 | 0,08265625 |
| 9 | 4,1 | 0,1764 |  |  |  |
| 10 | 4,0 | 0,1024 |  |  |  |
| Среднее значение | 3,68 | 8,376 | Среднее значение | 4,1125 | 0,28875625 |
| Дисперсия | 0,93 | Дисперсия | 0,04 |

1. Расчёт дисперсии







1. Расчёт среднеквадратичной величины.





1. Расчёт коэффициента вариации





1. Определение размаха варьирования.





1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

Выборка №2



 

Значения выборки 2 не выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  подлежит отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для выборки №1.

1. Расчёт средней величины.



|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 3,5 | 0,2282716 | 1 | 4,0 | 0,01265625 |
| 2 | 4,1 | 0,0149382 | 2 | 4,2 | 0,00765625 |
| 3 | 4,0 | 0,0004938 | 3 | 4,1 | 0,00015625 |
| 4 | 4,2 | 0,0493827 | 4 | 3,9 | 0,04515625 |
| 5 | 3,8 | 0,0316049 | 5 | 3,8 | 0,09765625 |
| 6 | 3,9 | 0,0060494 | 6 | 4,2 | 0,00765625 |
| 7 | 4,2 | 0,0493827 | 7 | 4,3 | 0,03515625 |
| 8 | 4,1 | 0,0149382 | 8 | 4,4 | 0,08265625 |
| 9 | 4,0 | 0,0004938 |  |  |  |
| Среднее значение | 3,97 | 0,395555 | Среднее значение | 4,1125 | 0,28875625 |
| Дисперсия | 0,049 | Дисперсия | 0,04 |

1. Расчёт дисперсии.





1. Расчёт среднеквадратичной величины.



1. Расчёт коэффициента вариации.



1. Определение размаха варьирования.



1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1 

 

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

В выборке №1 по методу Башинского значение выборки вышло за границы критического интервала отбраковки, поэтому  подлежит отбраковки. Теперь пересчитаем среднюю величину для выборки №1.

1. Расчёт средней величины.



|  |  |
| --- | --- |
| Выборка №1 | Выборка №2 |
| 1 | 4,1 |  | 1 | 4,0 | 0,01265625 |
| 2 | 4,0 |  | 2 | 4,2 | 0,00765625 |
| 3 | 4,2 |  | 3 | 4,1 | 0,00015625 |
| 4 | 3,8 |  | 4 | 3,9 | 0,04515625 |
| 5 | 3,9 |  | 5 | 3,8 | 0,09765625 |
| 6 | 4,2 |  | 6 | 4,2 | 0,00765625 |
| 7 | 4,1 |  | 7 | 4,3 | 0,03515625 |
| 8 | 4,0 |  | 8 | 4,4 | 0,08265625 |
| Среднее значение | 4,0375 |  | Среднее значение | 4,1125 | 0,28875625 |
| Дисперсия |  | Дисперсия | 0,04 |

1. Расчёт дисперсии.



1. Расчёт среднеквадратичной величины.



1. Расчёт коэффициента вариации.



1. Определение размаха варьирования.



1. Отбраковка непредставительных результатов измерений.

Метод 3s:

Выборка №1



 

Метод Башинского:

Выборка №1



 

Значения выборки 1 выходят за границы критического интервала отбраковки.

1. Определение предельной относительной ошибки испытаний.



Выборка №1



Выборка №2



1. Проверка согласуемости экспериментальных данных с нормальным законом распределения при помощи критерия Пирсона.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Интервал | Среднее значение | Частота |
| 1 | 3,8 – 3,9 | 3,85 | 1 |
| 2 | 3,9 – 4,0  | 3,95 | 3 |
| 3 | 4,0 – 4,1 | 4,05 | 2 |
| 4 | 4,1 – 4,2 | 4,15 | 2 |

Выборка №1 Определим количество интервалов:



где  - размер выборки 1





1. Сравнение с теоретической кривой.

 - параметр функции 

где

 - среднее значение на интервале;









1. Рассчитываем для каждого интервала 

 - функция плотности вероятности нормально распределения;









1. Расчёт теоретической частоты.

- теоретическая частота в i-том интервале.









|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 3,85 | 1 | -1,332 | 0,1647 | 0,9364 | 0,0040 | 0,004 |
| 2 | 3,95 | 3 | -0,622 | 0,3292 | 1,8717 | 1,2730 | 0,680 |
| 3 | 4,05 | 2 | 0,088 | 0,3977 | 2,2612 | 0,0682 | 0,030 |
| 4 | 4,15 | 2 | 0,799 | 0,2920 | 1,6603 | 0,3397 | 0,204 |



Число  подчиняется - закону Пирсона

 - число степеней свободы;

 - порог чувствительности;

 - вероятность;



Если , то данные эксперимента согласуются с нормальным законом распределения, где  - табличное значение критерия Пирсона.

Если - данные эксперимента не согласуются с нормальным законом распределения, необходимо дальнейшее проведение опытов. Поскольку вычисленное значение () превосходит табличное значение критерия Пирсона, то данные эксперимента не согласуются с нормальным законом распределения.

Выборка №2

Определим количество интервалов:

 , где  - размер выборки 2





|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Интервал | Среднее значение | Частота |
| 1 | 3,8 – 3,95 | 3,875 | 2 |
| 2 | 3,95 – 4,10 | 4,025 | 2 |
| 3 | 4,10– 4,25 | 4,175 | 3 |
| 4 | 4,25 – 4,4 | 4,325 | 2 |

1. Сравнение с теоретической кривой.

 - параметр функции , где

 - среднее значение на интервале;









1. Рассчитываем для каждого интервала 

 - функция плотности вероятности нормально распределения;









1. Расчёт теоретической частоты.

- теоретическая частота в i-том интервале.









|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 3,88 | 2 | -1,1694 | 0,2012 | 1,1887 | 0,6582 | 0,5537 |
| 2 | 4,04 | 2 | -0,4310 | 0,3637 | 2,1489 | 0,0222 | 0,0103 |
| 3 | 4,2 | 3 | 0,3077 | 0,3814 | 2,2535 | 0,5572 | 0,2473 |
| 4 | 4,34 | 2 | 1,0460 | 0,2323 | 1,3725 | 0,3937 | 0,2869 |





 - число степеней свободы;

 - порог чувствительности;

 - вероятность;



Если , то данные эксперимента согласуются с нормальным законом распределения, где  - табличное значение критерия Пирсона.

Если - данные эксперимента не согласуются с нормальным законом распределения, необходимо дальнейшее проведение опытов. Поскольку вычисленное значение () превосходит табличное значение критерия Пирсона, то данные эксперимента не согласуются с нормальным законом распределения.

1. Определение доверительного интервала

Форма распределения Стьюдента зависит от числа степеней свободы.



где  коэффициент Стьюдента

Выборка №1



где  - при вероятности  и числе опытов .





Выборка №2



где  - при вероятности  и числе опытов .





Доверительные интервалы

Выборка №1



Интервал 3,945 - 4,0375 - 4,13.

1. Дисперсионный анализ

Основной целью дисперсионного анализа является исследование значимости различия между средними. В нашем случае мы просто сравниваем средние в двух выборках. Дисперсионный анализ даст тот же результат, что и обычный  - критерий для зависимых выборок (сравниваются две переменные на одном и том же объекте).

 - критерий Фишера

 для  и 

 - различие между дисперсиями несущественно, необходимо дополнительное исследование.

Проверим существенность различия  и  по  - критерию для зависимых выборок.



 при  и 

 - различие между средними величинами существенно.

Проверим по непараметрическому Т – критерию:

 , где

, 











Разница между средними величинами несущественна.