

????????

???? ? ? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ??, ?? ?????????? ?????????? ??
????? ?????????????????????? ? ??????????????????????, ??????, ? ????????????? ?????? ?? ?
????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????????? ??????????????. ??????? ????????????? ?
????????? ??????? ? ??????????, ????? ?? Amazon Web Services (AWS), Manufacturing
Execution System (MES), Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), Advanced
Planning & Scheduling (APS), Laboratory Information Management System (LIMS),
Customer Experience Management (CEM), Enterprise Asset Management (EAM), Business
Process Management (BPM), Product Lifecycle Management (PLM), Quality Manage
System (QMS), Business Intelligence (BI). ?????? ?? ?? ????????? ????????? ????? ?? ????? ?
?? ?????????????? ????????? ??????????. ?? ??????? ?????????????????? ?????? ? ??????????? ??
???????????, ?? ?? ?????????? ?????????????? ?????????????????? ????????? ? ????????? ????????? ?
????????????????? ???. ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ??????????????, ????????? ? ?????
????????????????????? ?????????, ????? ?????? ?????????? ????????? ?????????????? ? ?????????.

? ?????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ? ?? ?????????????? ?? ???????
????????? ?????????????????? ?????????????????????? ??????. ?? ?????????????, ?? ??????????? ?????????? ?
????????????????? ??????, ????? ????????? ?? ? ?????????????????? ? ?? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
????????? ??????????????????.

?????????? ??????

?????????? ?????? – ?? ?????????? ?????????????????? ???????, ?????????????????? ?? ?????????
?????????????. ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ????????? ?? ??????????????????
????????????? ??????, ????????? ?? ??????????. ????? ?????? ?????? ?????????????? ?? ?????? ??
????????????? ??????????. [1] ?? ?????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????? ??????
????????????? ??????????? ??????, ?? ??? ? ?????? ????????? ? ??? ?????? ???. ????? ??????
????????????? ?? ??????????, ?? ?????? ?????? ?????????? ?????????????????????? ?? ??????????

????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????????? ?? ??? ?????????????? ?????????? ??????
????? ?????????????? ???, ?????????????????? ?????????????? ?????? ? ?????????????????? ?????????????? ??
?? ??????????????????. ?????????? ?????????????????? ?????? ?????????????????? ??????????????
????????????????? ? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?? ??????????, ?????????? ? ?
?????????????. ?? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ? ??????????????
?? ?????????????? ?????? ??? ? ?????? ??????. ???-????? ?????????????? ?????? ?????????
????????????????? ?????????? ?????????? ?????????????????????????????? ??????, ?? ?????????????? ?????????
?????? ?? ??????????????, ?????????????? ? ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ??????????????????
?????? ?? ?????????????? ??? ??????????. ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?? ???
????????? ??????????????????: ?????????????????? ? ?????????????; ?????????????; ?????????????
????????????; ?????????? ?????????????; ??????????????????????. ?????????? ?????????? ?????????
????????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????
??????.

????????? ?????????????????? – ?? ???????, ??????? ?????????? ? ??? ?????????? ? ?????????????
????????? ?????????????????? ? ?????????????? ?????????????????? ? ?????? ?????????????? ?????????? ??????????,
????????? ?????????????????? ? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ??????????. ? ?????????? ??????????
????????? ??????, ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????????????????
?????????????. ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?? ?????????????? ?????? ? ?????????,
????????????? ?????????????? ?? ?????????-????????? ??????????????????, ????????? ????????? ?? ??????????
????????????????? ?? ?????????????? ?? ?????????? ?????????????????? ??????????????????. ??? ????????? ??
????????? ?????? ?????????? ?????? ??????, ?????????, ????????? ?? ? ?????????, ? ???????

??-??????, ??????????? ?????????? ??????????? ??????????? ?????????????? ?? ?????????
 ??????????????, ?? ??????????????? ?????????????? ??????????? ??????????? ??????????? ?????????? ??
 ?????????????? ?? ?????????? ? ??????????????? ?????????? ???????????????, ??????? ?????????? ??????????????????

??? ?????????????? ?????? ?????????????? ? ?????????? ???????, ?????????????? ?????? ?????????????????
????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????????????
?????????, ?????????? ?? ?????? ?????????????????? ?????? ??????????????, ?? ? ?????????????
????????????????? ??????, ?????????????? ?? ?????????? ?????????????? ??????????, IBM Streams
????????????????? ?????? ?????????? ??? ??????????, ?????????????????? ?????????????? ???
????????????????????? ?????????????? ??????????????????, ?????????????? ? ?????????????????? ??????,
????????????? ?? ?????????? ??????????????

??-????????, ?????????? ?????????? ?????????????????, ??? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????? ??
????????? ?????? ?????????????????? ? ?????????????????? ??????????????????, ?? ? ?????????????????? ??????????????
????????? ? ?????????????????????? ?????????????????? ???, ?????????????????? ?????????? ?????????????????
????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????????????? ?????? ? ?????? ?? ?????? ?????????? ??????????
????????????????????? ?????? ? ?????????????????????? ??????????????, ??? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????
????????????????????? ? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????? ?????? ?????????????????? ?
?????????????????????

?????????, ?????????????????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ??? ?????????? ?????????????
????????? ? ?????????????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ? ??????????????

????????????????????? ?????????? ?????????????????????? – ??? network effects, ?????????????? ?? ??, ???
????????????? ?????????? ??? ?????????????????? ?????????????? ?? ?????? ?????? ?????????????????? ??????????
????????????? (????????????????????? ??????????????) ?????????? ??? ?????????????????? ??????????

????????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????? ?????????? ?????????, ?????????? ?????????? ??????????????
????? ?????????????????????? ?????????? ? ??? ??????????????????

??? ?????????????? ?????????? ?????????????????????? ??????????????????, ??? ?????????? ?? ?????? ?????????????????? ??????????
????????? ??? ?????????????????????? ?????????? ?????????? ??? ?????????????????? ?????????, ??? ?????? ??????????
????????????????? ?????????????? ?????????????????????????? ??????????????

? ?????? ?????????? CD ? DVD ??????, ?????????????? ? ??????????-????????? ?????????? ?????? ?????????????? ?
?????????????????. ?????? ? ?????????????? ?????????????????? ??????????, ?????????????? ?????????? ?????? ?
????????????? ?????????? ?????????????????????????? ?????????????????? ? ?? ?????????????? ? ?????? ?????????????
?????????

?????? ? ?????? ?????????????????? ??? ??? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ??????????
????????????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????? ?????????????? ?? ?????????????????? ?????? ?????????????? ?
????????????????????? ?? ??????, ?????????? ?????????????????????????? ?????????? ??? ?????????????????????????????? ??????
?????????????????

????? ?????? ??????? ?????????????????? ?????????????????????????? ?????????????????? ?????????????????????? ? ?????????,
?? ?????????? ?????????? ??????? ?????????????????? ??????????????. ??? ??????????, ?????????????? ??????????
?????????????, ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ? ??????, ??? ?? ?????? ?????? ?????????????.

????? ?????????, ?????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????? ?????????? ??? ??????????????
????????????, ?????? ?????????????????? ? ?????????????????????? ?????????? ?? ?????????????????????? ??????????????????. ?
????????? ?????????????????????? ??????????????????????, ??? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ? ??????????????????
????????? ?????????????????, ??? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????????? ??????????????. ? ??????
?????????????????????, ?????????, ?????????????????????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????, ??????????????????
????????????????????? ?????????????????????? ?????? ??? ?????????????? ? ?????????? ??????????????, ?????????????????
????????????????????? ?????????????????? ?? ?????????????? ?????????????????? ??????????????

????????????????????????????? ?????????? ?????????? ??????????????????, ?????????????????????? ?????????????????? ??????????????
????????? ?????????????????? ??? ?? ??????????????????, ?????????????? ?/??? ??????????

????????????????????????? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ??????????????????. ?????????? ??????
????????? ?????????? ??????????????????????, ?????????????? ?? ?????????????? ?????????? ?????????????? ? ??????

Data Analytics ???????? ?????? ?????????? ?????????, ??????? ?????? ?? ??????????????? ?????? ?????????????????, ???????, ? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????? ??????????????. ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????????????? ? ??????????????, ?????? ?????????? ?????????????? SQL, Python, R, SAS, SPSS, JMP ? ??????. ??? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????? ???????, ?????????? ?????????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ? ?????????????? ?? ??? ?????????????????????? ???????.

????????????????? ? ?????????????????? ??????? ?????????? ?????????????????????????????? ?????? ?????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????? ?????????-????????????? (BI), ?????? Power BI, QlikView, Tableau, Apache Superset. ??? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????? ??? ?????????????? ? ?????????? ?????????????????.

????????? ?????????????? ??????? ??????? ?????????????????????????? ??????? ?????????????? ?????????????? ???????, ?? ?????? ?????? ?????????????????????? ??????????. ? ?????????????????? ?????????????????????? ??????????????, ?????????????? ?????? ?????? ?????????????? ?????????????????????????, ??????? ?????????????????????? ?????????????????? ? ??????????????????????. ??????????????????????, ?????, ?????????????? ? ?????????????????? ??? ?????????????????? ???????, ?????? ?????????????? ?????? ??????????????????????, ?????????? ?? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ??? ??????????????????, ?? ? ?????????????????? ?????????????? ? ?????????????????????????.

????????????? ?????????????? ? ?????????????? ?????????????? ??????

????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ??? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ??????????, ??? ?????????????? ?????????????????????????? ?????????? ? ?????????????? ? ?????????????? ??????. ?????????? ? ?????????????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????????????? ?? ??????????. ? ?????????????? ?????????????????????? ?????????? ??? ?????? ?????? ?????????????????? ?????????????????? Apache Kafka ? Spark Streaming. Apache Kafka ?????????????????????? ??? ?????????????????????????? ?????????? ?????????????????-????????????, ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????, ? ?? ?????? ??? Spark Streaming ?????????????? ?? ?????????????????????? ?????????????? ?? ?????????? ?????????????? ?????????????????? ??????????. ??? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????????????? ?????????? ? ?????? ?????????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????? (checkpoints), ?????????? ?????????????? Spark Streaming ?????????????????? ?????????????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????? ?????? ??? ?????????? ?????????.

Apache Storm/Trident, Twitter Heron. ? ?????????????? ??????? Apache Storm ? ??? ?????????????????? Storm/Trident ?????????????????? ??? ?????????????????????????? ??????????, ?????????????????????? ??? ?????????????????? ? ?????????????? ? ?????????? ??????????????????. ??? ?????????????????????? ?????????????????????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????? ? Trident ? ??????????????????, ?????????????????????? ??? ?????????????????????????????? ?????????????????????? ?????????? ? ?????????????????? ??????????. Storm ?????????????????????? API DRPC ??? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????????, ?????????? ?????????????????????????? ?????????????????????????? ? ?????????????????? ? ??????????????????. ?????? ?????????????????????? ?????????????????????????? ? ?????????????????? ? ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????????????? ?????????????????????? ??????????????????????, ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ??????????. Twitter Heron ?????????????????????? ??????? ??????? ???????, ?????????????????????????? ??? ?????????????????????? ?????????????????????????? ? ??????????????????????, ?????????????????????????? ??? Apache Storm. ? ?????????????????? ?????? ?? ?????????????????? ?? ?????? ?????????????????? ? ?????? ?? ?????????????????????? ? ?????????????????? ? ?????????????????????????????? ?????????????.

Apache Spark streaming. Apache Spark ?????????????? ?????????? ?????????????????????? ? ?????? ?????????????????? ??????????, ?????????? ??????? ?????????????????????????????????? ??? ?????????????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ??????????. ??? ?? ??????, ??? ?????????????????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????????????? ?????????????????????? ?? ?????????????????????????????????????? ??????????????. Spark ?????????????????????????? ?????????????????? ??? ?????????????????????? MapReduce, ??-?? ?????? ??? ?????????????????????? ?? ?????????????? ?????????????? ??? ?????????? ? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ??????????. ??????????????????????, Spark ?????????????????????? ? ?????????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????????????????? API ??? ?????????????????? ?????????? ??? ? ??????????????, ??? ? ? ?????????????????? ??????????, ??? ?????? ?????????? ?????????????????????????? ? ?????????????????? ??????????. ?????????????? ?????????????????????????????????????? ?

Apache Spark Streaming ???????? ? ??? ???? ?????????????? ?????????????? ? ?????? ??????-????? ? ?????????????? ?????????? ??????. ?????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ??????????, ?????????? ?????????? ?? ??????????????. ?????????? ?????????????????? ?????? ?????? ? Spark Streaming ?????????? ??????????????, ??? ??? ?????????????????? ??? ? ?????? ?????????? ??????????, ?? ?????????????????? ?? ?????? ?????????????????? ?? ??????????????. ? ?????????? ?????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ?? ?????? ?????????????? ??????????, ?????????? ??????, ?????????? ?? ??????, ?????? ?????????????????? ?????????? ? ?????? ?????????? ?????? ??????????????. ??????, ?????? ??? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????? ?????????, ?????????????????? ? ?????????????? ?????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????????????? ? ?????????? ?????? ?? ?????????????????? ?????????, ?????????? ?????? ?????????????? ? ?????? ?????? ?????? ?????? ?????????? ?????? ?????????????????????????????.

??? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????, ??? ?????? ?? ?????????? ?????????????? ??????????????. ??? ?????????? ?????????????? ? Spark Streaming ?????????????? ?????????? ?? backpressure, ??-?? ??? ?????????? ?????????? ?????????????????? ??? ?????????????? ?????????????, ?? ?????????? ?????????????????? ?????? ?? ?????????? ? ?????? ?????????????.

Apache Flink. Apache Flink ?????????????? ?????? ?????? ??????????, ?????????????????? ??? ?????????? ?????????? ? ?????????? ??????, ?????????? ? ?????? ?????????????????? ?????????????? ? ?????? ?????????????? ?????? ? ?????????? ?? ?????????????? ? ?????? ?????????? ?????????? ??????????. ??? ??? ?????? ?????????? ?????????????????????? ?????????????????? ? Apache Spark, ?????????? ?????????????????? Apache Flink ?????????????????????? ?? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ??????. Apache Flink ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????? ?????? ? ?????????? ?????????, ?????????????????? ?????????? ?????????? ? ?????????? "????? ??? ??" (exactly-once delivery), ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ??? ?????????????? ?????????????????????????, ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????? ?????????????? ?????????????????????? ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????? ? ?????????????? ?? ? ??????.

Apache Kafka Streams. Kafka Streams ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????? Apache Kafka ?? Confluent ? ?????????????????? API ??? ?????????? ??????, ?????????? ?????????????? ?????????????? ??? ?????????????????? ? ?????????? ??????????. ?? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ??? ?????????????????????????????????????? ?????????? ??????, ?????????? ?? ?????????????? ??????????????. ??? ?????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ??????????, ?????? ?? ?????? ? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????????, ? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ?? ??? ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? ??????. Kafka Streams ?????????? ?????? ??????????????: ?????????????? ?????????????? Apache Kafka; ?????????? ?????? ? ?????????? — ??? ??????????; ?????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ??????????????. ?????? ?? ? ?????? ?????? ?????????? ?????????????????? API ? ?????????????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ??????????????????.

Apache Samza. Apache Samza — ??? ?????????????? ?? Cloudera ??? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????? ??????. ?? ?????? ?????????? Apache Storm ? Apache Kafka ??? ?????????? ?????????????? ?????? ? ?????????????? ?????????????? ??????????????. Samza ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????????? ?? ?????? ???, ?????????? ?????????? ? key-value ??????????. ?????????????? ?????????? ?? Java, ?????????? ?????? ?????????????.

Apache Apex. Apache Apex ?????????????????? ?????? ?????????????????????????????? ??????, ?????????????????????? ??? ?????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????? ??????, ?????????? ?????????????????? ?????????? Apache Spark. Apex ??????????????????

