

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Факультет «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология»

Кафедра «Производственная безопасность»

Надежность технических систем и техногенный риск

**Методические указания**

по выполнению курсовой работы

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2022

УДК 519.248

Составители: Д.М. Кузнецов, С.Е. Гераськова

Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Метод. указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» / Д.М. Кузнецов, С.Е. Гераськова, ФГБОУ ВО ДГТУ – Ростов н/Д, 2022. – 20 с.

Методические указания разработаны в соответствии с учебными программами дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» для обучающихся направления подготовки 20.03.01 всех форм обучения для выполнения курсовой работы. Приведены методики и примеры расчетов, а также форы представления полученных результатов расчётов.

Рекомендуются для студентов III–IV курсов направления подготовки 20.03.01 всех форм обучения.

УДК 519.248

Ответственный за выпуск:

зав. кафедрой «Производственная безопасность» д–р техн. наук, профессор С.Л. Пушенко

© Издательский центр ДГТУ, 2022

**1 Алгоритм выбора варианта к курсовой работе**

Номер варианта для выполнения курсовой работы (КР) по теме: «Расчет надежности работы комбайна при отказе нескольких элементов» соответствует порядковому номеру в групповом журнале. Численные значения исходных данных для решения приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Среднее значение наработки до отказа, час

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№1** | **№2** | **№3** | **№4** | **№5** | **№6** | **№7** | **№8** | **№9** | **№10** | **№11** | **№12** | **№13** | **№14** | **№15** | **№16** | **№17** | **№18** | **№19** | **№20** | **№21** | **№22** | **№23** | **№24** |
| 210 | 205 | 200 | 195 | 190 | 215 | 185 | 180 | 175 | 220 | 225 | 170 | 230 | 235 | 240 | 165 | 200 | 215 | 165 | 210 | 220 | 180 | 190 | 175 |

Таблица 2

Наработка до отказа, час

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варианты** | | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| **№1** | **№2** | **№3** | **№4** | **№5** | **№6** | **№7** | **№8** | **№9** | **№10** | **№11** | **№12** |
| 494 | 353 | 346 | 398 | 328 | 263 | 426 | 371 | 300 | 314 | 320 | 475 |
| 429 | 319 | 321 | 361 | 291 | 321 | 510 | 228 | 374 | 375 | 365 | 291 |
| 442 | 305 | 398 | 295 | 315 | 346 | 411 | 264 | 443 | 378 | 277 | 365 |
| 458 | 324 | 360 | 350 | 454 | 363 | 338 | 336 | 410 | 346 | 392 | 389 |
| 350 | 315 | 340 | 334 | 420 | 357 | 377 | 318 | 370 | 312 | 328 | 307 |
| 267 | 352 | 358 | 351 | 299 | 316 | 272 | 361 | 305 | 322 | 393 | 374 |
| 302 | 319 | 330 | 310 | 306 | 341 | 318 | 298 | 374 | 564 | 546 | 281 |
| 402 | 323 | 323 | 358 | 328 | 311 | 281 | 394 | 408 | 297 | 483 | 267 |
| 245 | 337 | 403 | 331 | 339 | 429 | 385 | 383 | 354 | 352 | 378 | 339 |
| 433 | 351 | 441 | 232 | 326 | 301 | 214 | 374 | 377 | 367 | 352 | 379 |
| 381 | 492 | 381 | 289 | 428 | 328 | 217 | 450 | 342 | 398 | 332 | 288 |
| 366 | 295 | 291 | 205 | 482 | 327 | 261 | 387 | 205 | 373 | 381 | 326 |
| 293 | 334 | 364 | 290 | 434 | 328 | 395 | 361 | 408 | 359 | 381 | 367 |
| 341 | 366 | 383 | 286 | 292 | 354 | 366 | 247 | 305 | 266 | 410 | 354 |
| 330 | 322 | 389 | 316 | 311 | 329 | 382 | 294 | 257 | 256 | 289 | 368 |
| 343 | 335 | 294 | 210 | 291 | 430 | 357 | 287 | 424 | 414 | 279 | 441 |
| 442 | 323 | 272 | 326 | 332 | 368 | 282 | 394 | 410 | 277 | 319 | 328 |
| 438 | 412 | 356 | 346 | 297 | 350 | 218 | 480 | 274 | 369 | 338 | 249 |
| 431 | 401 | 339 | 336 | 294 | 351 | 204 | 440 | 344 | 369 | 294 | 344 |
| 492 | 330 | 338 | 335 | 398 | 292 | 398 | 359 | 281 | 363 | 402 | 331 |
| 350 | 319 | 329 | 344 | 361 | 319 | 228 | 420 | 339 | 362 | 273 | 316 |
| 377 | 382 | 353 | 346 | 295 | 374 | 296 | 390 | 390 | 418 | 307 | 378 |
| 430 | 299 | 319 | 331 | 350 | 403 | 292 | 282 | 339 | 433 | 294 | 396 |
| 302 | 418 | 305 | 329 | 334 | 187 | 373 | 320 | 363 | 368 | 488 | 404 |
| 403 | 221 | 324 | 214 | 351 | 289 | 336 | 208 | 330 | 334 | 326 | 481 |
| 396 | 290 | 315 | 338 | 310 | 389 | 350 | 497 | 290 | 450 | 375 | 395 |
| 278 | 334 | 352 | 333 | 358 | 313 | 294 | 381 | 354 | 319 | 421 | 389 |
| 271 | 328 | 319 | 344 | 331 | 323 | 370 | 395 | 293 | 477 | 360 | 332 |
| 433 | 290 | 323 | 350 | 232 | 249 | 315 | 338 | 222 | 263 | 458 | 222 |
| 390 | 375 | 337 | 332 | 289 | 397 | 295 | 441 | 295 | 303 | 478 | 429 |
| 318 | 353 | 351 | 423 | 205 | 391 | 334 | 401 | 387 | 307 | 380 | 441 |
| 195 | 287 | 364 | 346 | 290 | 358 | 319 | 385 | 246 | 299 | 376 | 501 |
| 380 | 327 | 295 | 375 | 286 | 415 | 287 | 335 | 366 | 328 | 368 | 425 |
| 358 | 324 | 334 | 367 | 316 | 489 | 374 | 337 | 258 | 433 | 340 | 489 |
| 353 | 300 | 366 | 340 | 210 | 414 | 374 | 305 | 311 | 556 | 366 | 556 |
| 273 | 205 | 322 | 342 | 326 | 399 | 341 | 402 | 287 | 295 | 388 | 262 |

Продолжение табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 341 | 419 | 335 | 357 | 346 | 374 | 355 | 323 | 284 | 439 | 456 | 384 |
| 333 | 319 | 323 | 340 | 336 | 399 | 375 | 377 | 347 | 517 | 370 | 358 |
| 293 | 287 | 412 | 349 | 335 | 420 | 276 | 337 | 269 | 371 | 306 | 247 |
| 319 | 339 | 401 | 390 | 344 | 421 | 424 | 378 | 354 | 424 | 381 | 305 |
| 377 | 340 | 330 | 312 | 346 | 261 | 388 | 420 | 408 | 383 | 393 | 363 |
| 441 | 356 | 319 | 387 | 331 | 242 | 295 | 401 | 388 | 293 | 331 | 292 |
| 335 | 319 | 382 | 317 | 329 | 303 | 420 | 282 | 364 | 337 | 379 | 340 |
| 271 | 332 | 299 | 308 | 214 | 313 | 298 | 333 | 325 | 417 | 272 | 410 |
| 312 | 346 | 338 | 331 | 338 | 237 | 424 | 402 | 408 | 243 | 333 | 300 |
| 435 | 314 | 221 | 294 | 333 | 307 | 266 | 481 | 463 | 354 | 415 | 288 |
| 347 | 449 | 290 | 351 | 344 | 318 | 410 | 346 | 407 | 412 | 312 | 268 |
| 357 | 402 | 334 | 295 | 350 | 401 | 441 | 400 | 424 | 396 | 316 | 380 |
| 326 | 429 | 328 | 340 | 332 | 368 | 362 | 397 | 267 | 400 | 299 | 367 |
| 375 | 418 | 290 | 342 | 423 | 251 | 300 | 314 | 272 | 453 | 291 | 337 |
| 359 | 356 | 375 | 310 | 295 | 442 | 374 | 375 | 420 | 329 | 372 | 460 |
| 312 | 379 | 353 | 328 | 375 | 333 | 443 | 378 | 388 | 378 | 355 | 352 |
| 377 | 338 | 287 | 342 | 367 | 347 | 410 | 346 | 398 | 406 | 325 | 307 |
| 361 | 267 | 327 | 334 | 340 | 310 | 370 | 312 | 389 | 508 | 346 | 439 |
| 352 | 369 | 324 | 331 | 342 | 325 | 305 | 322 | 290 | 325 | 317 | 240 |
| 382 | 443 | 300 | 342 | 357 | 334 | 374 | 564 | 281 | 397 | 312 | 248 |
| 367 | 340 | 299 | 323 | 328 | 336 | 408 | 297 | 299 | 394 | 376 | 306 |
| 368 | 293 | 419 | 354 | 349 | 325 | 354 | 352 | 265 | 482 | 399 | 453 |
| 355 | 337 | 319 | 331 | 390 | 331 | 377 | 367 | 319 | 378 | 415 | 331 |
| 459 | 205 | 287 | 341 | 312 | 337 | 342 | 398 | 406 | 349 | 459 | 423 |
| 396 | 377 | 339 | 343 | 387 | 357 | 205 | 373 | 426 | 343 | 413 | 421 |
| 273 | 330 | 340 | 440 | 317 | 336 | 408 | 359 | 319 | 359 | 463 | 262 |
| 296 | 354 | 356 | 335 | 308 | 261 | 305 | 266 | 443 | 350 | 385 | 250 |
| 334 | 339 | 319 | 296 | 331 | 342 | 257 | 256 | 339 | 304 | 279 | 231 |
| 330 | 319 | 332 | 352 | 294 | 399 | 424 | 414 | 356 | 417 | 353 | 280 |
| 361 | 322 | 346 | 324 | 351 | 365 | 410 | 277 | 316 | 359 | 364 | 169 |
| 363 | 401 | 314 | 330 | 295 | 333 | 274 | 369 | 397 | 350 | 426 | 408 |
| 346 | 449 | 330 | 346 | 340 | 352 | 344 | 369 | 227 | 259 | 299 | 349 |
| 330 | 415 | 402 | 309 | 415 | 347 | 281 | 363 | 424 | 347 | 425 | 237 |
| 317 | 385 | 429 | 332 | 310 | 405 | 339 | 362 | 437 | 449 | 270 | 414 |
| 372 | 376 | 418 | 344 | 328 | 385 | 390 | 418 | 371 | 341 | 233 | 337 |
| 354 | 205 | 356 | 331 | 342 | 379 | 339 | 433 | 228 | 351 | 432 | 295 |
| 395 | 337 | 379 | 332 | 334 | 346 | 363 | 368 | 264 | 443 | 376 | 356 |
| 326 | 330 | 338 | 344 | 331 | 331 | 330 | 334 | 336 | 323 | 481 | 276 |
| 339 | 354 | 267 | 361 | 354 | 335 | 205 | 450 | 318 | 257 | 422 | 279 |
| 388 | 339 | 369 | 301 | 323 | 328 | 354 | 319 | 361 | 287 | 294 | 326 |
| 368 | 319 | 443 | 486 | 354 | 379 | 293 | 477 | 298 | 391 | 337 | 387 |
| 362 | 351 | 340 | 331 | 331 | 389 | 222 | 263 | 394 | 264 | 307 | 485 |
| 290 | 267 | 293 | 315 | 341 | 359 | 295 | 303 | 383 | 324 | 334 | 426 |
| 260 | 328 | 337 | 366 | 343 | 313 | 387 | 307 | 374 | 356 | 373 | 280 |
| 330 | 291 | 205 | 333 | 291 | 263 | 339 | 299 | 450 | 417 | 281 | 475 |
| 326 | 315 | 377 | 413 | 335 | 321 | 366 | 371 | 387 | 365 | 442 | 291 |
| 505 | 454 | 330 | 398 | 296 | 346 | 258 | 228 | 361 | 366 | 318 | 365 |
| 274 | 420 | 354 | 361 | 352 | 363 | 311 | 264 | 247 | 314 | 321 | 389 |
| 445 | 299 | 339 | 295 | 324 | 357 | 287 | 336 | 294 | 375 | 330 | 307 |
| 383 | 306 | 319 | 350 | 330 | 316 | 284 | 318 | 287 | 378 | 417 | 374 |
| 227 | 328 | 322 | 334 | 320 | 341 | 347 | 361 | 394 | 346 | 414 | 281 |
| 326 | 339 | 401 | 351 | 309 | 311 | 269 | 298 | 480 | 312 | 191 | 267 |

Продолжение табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 347 | 326 | 449 | 310 | 332 | 359 | 354 | 394 | 440 | 322 | 309 | 339 |
| 364 | 353 | 415 | 358 | 344 | 301 | 408 | 383 | 359 | 564 | 291 | 379 |
| 321 | 319 | 385 | 331 | 331 | 328 | 388 | 374 | 420 | 297 | 335 | 288 |
| 334 | 305 | 376 | 232 | 332 | 327 | 364 | 450 | 390 | 352 | 401 | 326 |
| 291 | 324 | 205 | 289 | 296 | 328 | 325 | 387 | 282 | 367 | 311 | 367 |
| 319 | 315 | 337 | 205 | 361 | 354 | 408 | 361 | 320 | 398 | 361 | 354 |
| 381 | 352 | 330 | 290 | 301 | 329 | 463 | 247 | 208 | 373 | 469 | 368 |
| 334 | 319 | 354 | 286 | 486 | 430 | 407 | 294 | 497 | 359 | 476 | 441 |
| 296 | 323 | 339 | 316 | 340 | 368 | 424 | 287 | 381 | 266 | 408 | 328 |
| 330 | 337 | 319 | 210 | 205 | 350 | 267 | 394 | 395 | 256 | 398 | 249 |
| 346 | 351 | 351 | 326 | 321 | 351 | 272 | 480 | 338 | 414 | 348 | 344 |
| 321 | 290 | 267 | 346 | 333 | 292 | 420 | 440 | 441 | 277 | 377 | 331 |
| 398 | 295 | 328 | 336 | 413 | 319 | 388 | 359 | 401 | 369 | 373 | 316 |
| 360 | 334 | 291 | 335 | 373 | 374 | 398 | 420 | 385 | 369 | 325 | 378 |
| 340 | 366 | 315 | 344 | 337 | 403 | 389 | 390 | 335 | 363 | 446 | 396 |
| 358 | 322 | 454 | 346 | 333 | 187 | 290 | 282 | 337 | 362 | 456 | 404 |
| 330 | 335 | 420 | 331 | 373 | 289 | 281 | 320 | 305 | 418 | 440 | 481 |
| 323 | 323 | 299 | 329 | 320 | 389 | 299 | 208 | 402 | 433 | 374 | 395 |
| 403 | 412 | 306 | 214 | 340 | 313 | 265 | 497 | 323 | 368 | 427 | 389 |
| 441 | 401 | 328 | 338 | 322 | 323 | 319 | 381 | 377 | 334 | 348 | 332 |
| 381 | 330 | 339 | 333 | 320 | 249 | 406 | 395 | 337 | 450 | 341 | 240 |
| 291 | 319 | 326 | 344 | 340 | 397 | 426 | 338 | 378 | 319 | 293 | 429 |
| 364 | 382 | 428 | 350 | 300 | 391 | 319 | 441 | 420 | 477 | 334 | 441 |
| 383 | 299 | 482 | 332 | 297 | 358 | 443 | 401 | 401 | 263 | 278 | 501 |
| 389 | 325 | 434 | 423 | 336 | 415 | 339 | 385 | 282 | 303 | 309 | 425 |
| 294 | 221 | 292 | 335 | 180 | 489 | 356 | 335 | 333 | 307 | 365 | 489 |
| 272 | 290 | 311 | 375 | 285 | 414 | 316 | 337 | 402 | 299 | 339 | 299 |
| **Варианты** | | | | | | | | | | | |
| **№13** | **№14** | **№15** | **№16** | **№17** | **№18** | **№19** | **№20** | **№21** | **№22** | **№23** | **№24** |
| 326 | 356 | 371 | 417 | 354 | 330 | 330 | 398 | 450 | 257 | 373 | 370 |
| 375 | 319 | 228 | 359 | 339 | 317 | 323 | 361 | 387 | 287 | 281 | 335 |
| 359 | 332 | 264 | 350 | 319 | 372 | 403 | 295 | 361 | 391 | 442 | 333 |
| 312 | 346 | 336 | 259 | 322 | 354 | 441 | 350 | 247 | 264 | 318 | 348 |
| 377 | 314 | 318 | 249 | 401 | 395 | 381 | 334 | 294 | 324 | 321 | 335 |
| 361 | 299 | 361 | 449 | 449 | 326 | 291 | 351 | 287 | 356 | 330 | 348 |
| 352 | 402 | 298 | 341 | 415 | 339 | 364 | 310 | 394 | 417 | 417 | 236 |
| 382 | 429 | 394 | 351 | 385 | 388 | 383 | 358 | 480 | 365 | 414 | 333 |
| 367 | 418 | 383 | 443 | 376 | 368 | 389 | 331 | 440 | 366 | 191 | 319 |
| 330 | 356 | 374 | 323 | 205 | 362 | 294 | 232 | 359 | 320 | 309 | 300 |
| 355 | 379 | 450 | 257 | 337 | 290 | 272 | 289 | 420 | 365 | 291 | 273 |
| 459 | 338 | 387 | 287 | 330 | 260 | 356 | 205 | 390 | 277 | 335 | 216 |
| 396 | 267 | 361 | 391 | 354 | 330 | 339 | 290 | 282 | 392 | 401 | 222 |
| 273 | 369 | 247 | 264 | 339 | 326 | 338 | 286 | 320 | 328 | 311 | 293 |
| 296 | 443 | 294 | 324 | 319 | 505 | 329 | 316 | 208 | 393 | 376 | 371 |
| 272 | 340 | 287 | 356 | 351 | 274 | 353 | 210 | 497 | 546 | 469 | 349 |
| 330 | 293 | 394 | 417 | 267 | 445 | 319 | 326 | 381 | 483 | 476 | 317 |
| 361 | 337 | 480 | 365 | 328 | 383 | 305 | 346 | 395 | 378 | 408 | 174 |
| 363 | 205 | 440 | 366 | 291 | 227 | 324 | 336 | 338 | 352 | 398 | 361 |
| 346 | 377 | 359 | 320 | 315 | 326 | 315 | 335 | 441 | 332 | 348 | 519 |
| 330 | 330 | 420 | 365 | 454 | 347 | 352 | 344 | 401 | 381 | 377 | 438 |
| 317 | 354 | 390 | 277 | 420 | 364 | 319 | 346 | 385 | 381 | 373 | 426 |
| 372 | 339 | 282 | 392 | 299 | 321 | 323 | 331 | 335 | 410 | 325 | 510 |

Продолжение табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 354 | 319 | 320 | 328 | 306 | 334 | 337 | 329 | 337 | 289 | 446 | 411 |
| 395 | 322 | 208 | 393 | 328 | 291 | 352 | 214 | 305 | 279 | 456 | 338 |
| 326 | 401 | 497 | 546 | 339 | 319 | 352 | 338 | 402 | 319 | 440 | 377 |
| 339 | 449 | 381 | 483 | 326 | 381 | 295 | 333 | 323 | 338 | 374 | 272 |
| 388 | 415 | 395 | 378 | 428 | 334 | 334 | 344 | 377 | 294 | 427 | 318 |
| 368 | 385 | 338 | 352 | 482 | 296 | 366 | 350 | 337 | 402 | 348 | 281 |
| 362 | 376 | 441 | 332 | 434 | 330 | 322 | 332 | 378 | 273 | 341 | 385 |
| 290 | 205 | 401 | 381 | 292 | 346 | 335 | 423 | 420 | 307 | 293 | 214 |
| 260 | 337 | 385 | 381 | 311 | 321 | 323 | 327 | 401 | 294 | 334 | 217 |
| 330 | 330 | 335 | 410 | 470 | 398 | 412 | 375 | 282 | 488 | 278 | 261 |
| 326 | 354 | 337 | 289 | 332 | 360 | 401 | 367 | 333 | 326 | 309 | 395 |
| 505 | 339 | 305 | 279 | 297 | 340 | 330 | 340 | 402 | 375 | 365 | 366 |
| 274 | 319 | 402 | 319 | 294 | 358 | 319 | 342 | 481 | 421 | 339 | 382 |
| 445 | 351 | 323 | 338 | 398 | 330 | 382 | 357 | 346 | 360 | 324 | 357 |
| 383 | 267 | 377 | 294 | 361 | 323 | 299 | 350 | 400 | 458 | 299 | 282 |
| 227 | 328 | 337 | 402 | 295 | 403 | 305 | 349 | 397 | 478 | 269 | 218 |
| 326 | 291 | 378 | 273 | 350 | 441 | 221 | 390 | 314 | 380 | 505 | 204 |
| 347 | 315 | 420 | 307 | 334 | 381 | 290 | 312 | 375 | 376 | 475 | 398 |
| 364 | 454 | 401 | 294 | 351 | 291 | 334 | 387 | 378 | 368 | 291 | 228 |
| 321 | 420 | 282 | 488 | 310 | 364 | 328 | 317 | 346 | 340 | 365 | 296 |
| 334 | 299 | 333 | 326 | 358 | 383 | 290 | 308 | 312 | 366 | 389 | 292 |
| 291 | 306 | 402 | 375 | 331 | 389 | 375 | 331 | 322 | 388 | 307 | 373 |
| 319 | 328 | 481 | 421 | 232 | 294 | 353 | 294 | 564 | 456 | 374 | 336 |
| 381 | 339 | 346 | 360 | 289 | 272 | 287 | 351 | 297 | 370 | 281 | 350 |
| 334 | 326 | 400 | 458 | 205 | 356 | 327 | 295 | 352 | 306 | 267 | 294 |
| 296 | 428 | 397 | 478 | 290 | 339 | 324 | 340 | 367 | 381 | 339 | 370 |
| 330 | 482 | 314 | 380 | 286 | 338 | 300 | 331 | 398 | 393 | 379 | 315 |
| 346 | 434 | 375 | 376 | 316 | 329 | 205 | 310 | 373 | 331 | 288 | 295 |
| 321 | 292 | 378 | 368 | 210 | 353 | 419 | 328 | 359 | 379 | 326 | 334 |
| 398 | 311 | 346 | 340 | 326 | 319 | 319 | 342 | 266 | 272 | 367 | 319 |
| 360 | 564 | 312 | 366 | 346 | 305 | 287 | 334 | 256 | 333 | 354 | 287 |
| 340 | 332 | 322 | 388 | 336 | 324 | 339 | 331 | 414 | 415 | 368 | 374 |
| 358 | 297 | 564 | 456 | 335 | 315 | 340 | 463 | 277 | 312 | 441 | 374 |
| 330 | 294 | 297 | 370 | 344 | 352 | 356 | 323 | 369 | 316 | 328 | 341 |
| 323 | 398 | 352 | 306 | 346 | 319 | 319 | 354 | 369 | 299 | 249 | 355 |
| 403 | 361 | 367 | 381 | 331 | 323 | 332 | 331 | 363 | 291 | 344 | 375 |
| 441 | 295 | 398 | 393 | 329 | 337 | 346 | 341 | 362 | 372 | 331 | 276 |
| 381 | 350 | 373 | 331 | 214 | 351 | 314 | 343 | 418 | 355 | 316 | 424 |
| 291 | 334 | 359 | 379 | 338 | 454 | 328 | 405 | 433 | 325 | 378 | 388 |
| 364 | 351 | 266 | 272 | 333 | 295 | 402 | 335 | 368 | 346 | 396 | 295 |
| 383 | 310 | 256 | 333 | 344 | 334 | 429 | 296 | 334 | 317 | 404 | 420 |
| 389 | 358 | 414 | 415 | 350 | 366 | 418 | 352 | 450 | 312 | 481 | 298 |
| 294 | 331 | 277 | 312 | 332 | 322 | 356 | 324 | 319 | 376 | 395 | 424 |
| 272 | 232 | 369 | 316 | 423 | 335 | 379 | 330 | 477 | 399 | 389 | 266 |
| 356 | 289 | 369 | 299 | 374 | 323 | 338 | 234 | 263 | 415 | 332 | 410 |
| 339 | 205 | 363 | 291 | 375 | 412 | 267 | 309 | 303 | 459 | 328 | 441 |
| 338 | 290 | 362 | 372 | 367 | 401 | 369 | 332 | 307 | 413 | 429 | 362 |
| 329 | 286 | 418 | 355 | 340 | 330 | 443 | 344 | 299 | 463 | 441 | 300 |
| 353 | 316 | 433 | 325 | 342 | 319 | 340 | 331 | 328 | 385 | 501 | 374 |
| 319 | 210 | 368 | 346 | 357 | 382 | 293 | 332 | 433 | 279 | 425 | 443 |
| 305 | 326 | 334 | 317 | 367 | 299 | 337 | 378 | 556 | 353 | 489 | 410 |
| 324 | 346 | 450 | 312 | 349 | 398 | 205 | 361 | 295 | 364 | 390 | 370 |

Окончание табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 315 | 336 | 319 | 376 | 390 | 221 | 377 | 301 | 439 | 426 | 262 | 305 |
| 352 | 335 | 477 | 399 | 312 | 290 | 330 | 486 | 517 | 299 | 384 | 374 |
| 319 | 344 | 263 | 415 | 387 | 334 | 354 | 334 | 371 | 425 | 358 | 408 |
| 323 | 346 | 303 | 459 | 317 | 328 | 339 | 321 | 424 | 270 | 247 | 354 |
| 337 | 331 | 307 | 413 | 308 | 290 | 319 | 226 | 383 | 233 | 305 | 377 |
| 351 | 329 | 299 | 463 | 331 | 375 | 322 | 333 | 293 | 432 | 363 | 342 |
| 315 | 214 | 328 | 385 | 294 | 353 | 401 | 413 | 337 | 376 | 292 | 205 |
| 295 | 338 | 433 | 279 | 351 | 287 | 449 | 373 | 417 | 481 | 340 | 408 |
| 334 | 333 | 556 | 353 | 295 | 327 | 415 | 405 | 243 | 422 | 410 | 305 |
| 366 | 344 | 295 | 364 | 340 | 324 | 385 | 305 | 354 | 294 | 300 | 257 |
| 322 | 350 | 439 | 426 | 339 | 300 | 376 | 228 | 412 | 337 | 288 | 424 |
| 335 | 332 | 517 | 299 | 310 | 350 | 205 | 320 | 396 | 307 | 268 | 410 |
| 323 | 423 | 371 | 425 | 328 | 419 | 337 | 340 | 400 | 334 | 380 | 274 |
| 412 | 356 | 424 | 417 | 354 | 319 | 330 | 398 | 453 | 257 | 367 | 344 |
| 401 | 319 | 383 | 359 | 339 | 287 | 354 | 361 | 329 | 287 | 337 | 281 |
| 330 | 332 | 293 | 350 | 319 | 339 | 339 | 295 | 378 | 391 | 460 | 339 |
| 319 | 346 | 337 | 259 | 322 | 340 | 319 | 350 | 406 | 264 | 352 | 390 |
| 382 | 314 | 417 | 463 | 401 | 356 | 351 | 334 | 508 | 324 | 307 | 339 |
| 299 | 258 | 243 | 449 | 449 | 319 | 267 | 351 | 325 | 356 | 439 | 363 |
| 319 | 402 | 354 | 341 | 415 | 332 | 328 | 310 | 397 | 417 | 240 | 330 |
| 221 | 429 | 412 | 351 | 385 | 346 | 291 | 358 | 394 | 365 | 248 | 370 |
| 290 | 418 | 396 | 443 | 376 | 314 | 315 | 331 | 482 | 366 | 306 | 335 |
| 334 | 356 | 400 | 323 | 205 | 420 | 454 | 232 | 378 | 320 | 453 | 333 |
| 328 | 379 | 453 | 257 | 337 | 402 | 420 | 289 | 349 | 365 | 429 | 348 |
| 290 | 338 | 329 | 287 | 330 | 429 | 299 | 205 | 343 | 277 | 423 | 335 |
| 375 | 267 | 378 | 391 | 354 | 418 | 306 | 290 | 359 | 392 | 373 | 348 |
| 353 | 369 | 406 | 264 | 339 | 356 | 328 | 286 | 350 | 328 | 281 | 236 |
| 287 | 443 | 508 | 324 | 319 | 379 | 339 | 316 | 304 | 393 | 442 | 333 |
| 327 | 340 | 325 | 356 | 351 | 338 | 326 | 210 | 417 | 546 | 318 | 319 |
| 324 | 293 | 397 | 417 | 267 | 267 | 428 | 326 | 359 | 483 | 321 | 300 |
| 300 | 337 | 394 | 365 | 328 | 369 | 482 | 346 | 350 | 378 | 330 | 273 |
| 322 | 205 | 482 | 366 | 291 | 443 | 434 | 336 | 259 | 352 | 417 | 216 |
| 419 | 377 | 378 | 320 | 315 | 340 | 292 | 335 | 368 | 332 | 414 | 222 |
| 319 | 330 | 349 | 365 | 454 | 293 | 311 | 344 | 449 | 381 | 191 | 293 |
| 287 | 354 | 343 | 277 | 420 | 337 | 228 | 346 | 341 | 381 | 309 | 371 |
| 339 | 339 | 359 | 392 | 299 | 205 | 332 | 331 | 351 | 410 | 291 | 349 |
| 340 | 319 | 350 | 328 | 306 | 377 | 297 | 329 | 443 | 289 | 335 | 317 |
| 326 | 322 | 304 | 393 | 328 | 330 | 294 | 214 | 323 | 279 | 401 | 174 |
| 375 | 401 | 371 | 546 | 339 | 330 | 330 | 338 | 450 | 319 | 311 | 361 |
| 359 | 449 | 228 | 483 | 326 | 317 | 323 | 333 | 387 | 338 | 387 | 519 |

**2 Содержание и оформление курсовой работы**

Курсовая работа оформляется в соответствии с Приказами ДГТУ № 227 от 30.12.2015 г. о введении документа «Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ» в действие и № 102 от 11.04.2017 г. о введении изменения к документу «Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ» в действие.

Объем пояснительной записки курсовой работы рекомендуется выполнять в пределах 35 – 40 печатных страниц.

Курсовая работа должна содержать:

– титульный лист;

– бланк задания на КР;

– содержание;

– введение;

– разделы основной части;

– заключение;

– список использованных источников;

– приложения (при необходимости пояснений разделов).

Отзыв руководителя на КР и ведомость КР не подшиваются в пояснительную записку.

Титульный лист установленного образца.

Лист задание, которое студент пишет в соответствии со своим вариантом.

Содержание КР – отражается перечень вопросов, содержащихся в курсовой работе.

Обозначение документа на титульном листе для курсовой работы имеет вид YYYY.XXZZFF.RRR КР.

Для курсовой работы первые четыре знака УУУУ должны включать заглавные буквы, соответствующие наименованию дисциплины (НТС).

Код классификационной характеристики XXZZFF, состоящий из шести знаков, включает:

– первые две цифры XX – последние цифры номера зачетной книжки студента.

Примеры:

– ХХ – 11 для номера зачетной книжки 0910611.

– вторые две цифры ZZ − порядковый номер сборочного чертежа или чертежа общего вида. Данные цифры используются только при шифровании чертежей СБ и ВО, для пояснительной записки ZZ – 00.

– третьи две цифры FF – порядковый номер сборочной единицы по чертежу общего вида. *Для пояснительной записки FF – 00.*

Цифры кода XXZZFF интервалами и точками не разделяются.

Порядковый регистрационный номер RRR, состоящий из трех знаков, включает номер чертежа детали, входящей в состав сборочной единицы. Для пояснительной записки RRR – 000.

Текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 14 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: полуторный.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст. Текст отчета выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) с рамкой. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.

**3 Порядок и пример выполнения курсовой работы**

**3.1 Задание 1**: рассчитать максимально возможное количество элементов в системе комбайна при следующих условиях:

- гамма-процентная наработка комбайнов равна 90%;

- средняя наработка до отказа составляет 248,2 часа;

- исходные данные по наработке до отказа элементов в системе представлены в табл. 3.

- номограмма вероятности надежной работы элементов для нормального закона распределения представлена в Приложении 1.

Таблица 3

Данные по наработке элементов системы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наработка до отказа, час | Наработка до отказа, час | Наработка до отказа, час | Наработка до отказа, час |
| 346 | 324 | 326 | 349 |
| 346 | 325 | 327 | 350 |
| 335 | 326 | 328 | 351 |
| 342 | 329 | 330 | 352 |
| 353 | 330 | 331 | 352 |
| 357 | 331 | 331 | 354 |
| 330 | 331 | 331 | 354 |
| 338 | 332 | 331 | 354 |
| 339 | 333 | 332 | 358 |
| 363 | 334 | 332 | 359 |
| 371 | 334 | 334 | 359 |
| 383 | 341 | 334 | 364 |
| 429 | 347 | 334 | 366 |
| 323 | 351 | 335 | 368 |
| 332 | 351 | 336 | 377 |
| 342 | 352 | 337 | 378 |
| 347 | 359 | 337 | 381 |
| 352 | 359 | 338 | 383 |
| 361 | 364 | 339 | 388 |
| 363 | 365 | 340 | 401 |
| 366 | 379 | 340 | 409 |
| 374 | 401 | 340 | 411 |
| 374 | 402 | 340 | 412 |
| 382 | 410 | 341 | 413 |
| 417 | 417 | 343 | 418 |
| 424 | 419 | 344 | 423 |
| 426 | 439 | 344 | 424 |
| 433 | 439 | 344 | 441 |
| 442 | 323 | 346 | 441 |
| 319 | 323 | 346 | 319 |

***Дано:*** Данные по наработке до отказа составных элементов системы представлены в табл.3.

***Решение:***

1.1.Определяем среднее значение наработки до отказа составных элементов системы

В данном случае имеется 120 экспериментальных значений.

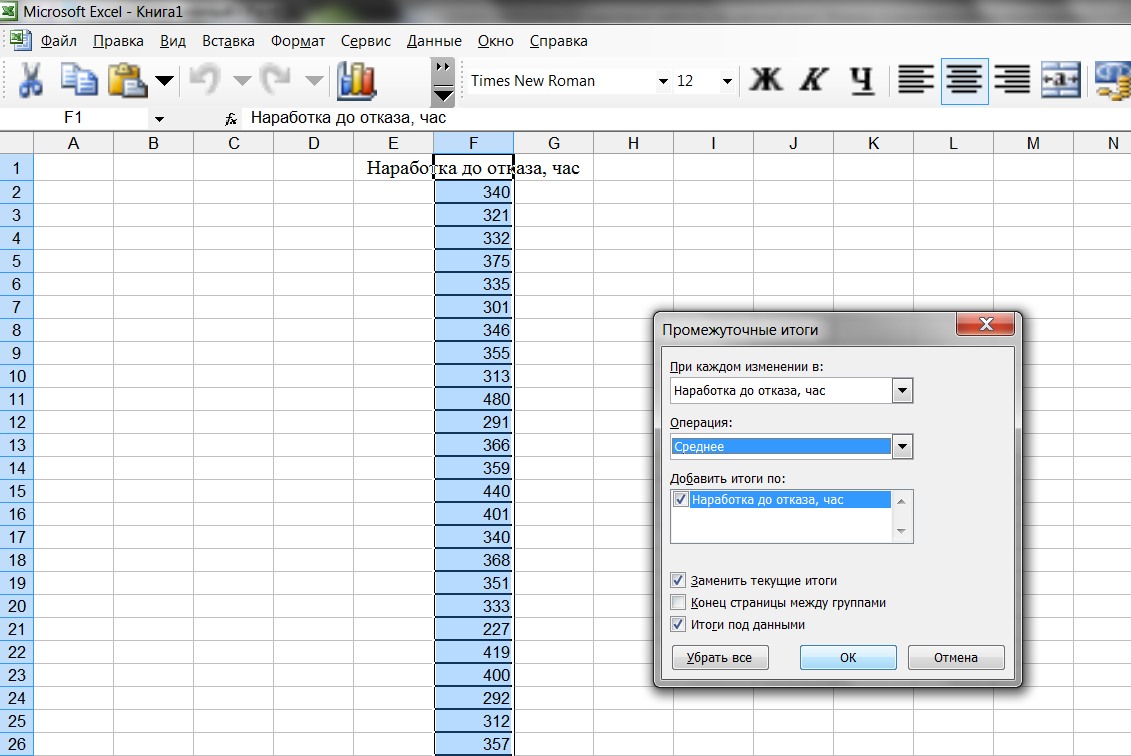
Типичной мерой для представления центра данных служит *среднее арифметическое* или *математическое ожидание* (ожидаемое значение)

, (1)

где *хi*– результат отдельного измерения; *n*– число выполненных измерений.

Используя исходные данные, рассчитываем среднее арифметическое значение наработки до отказа по формуле (1).

Рекомендуется использование программы Excel (различные версии).



Полученное значение *математического ожидания* составляет:

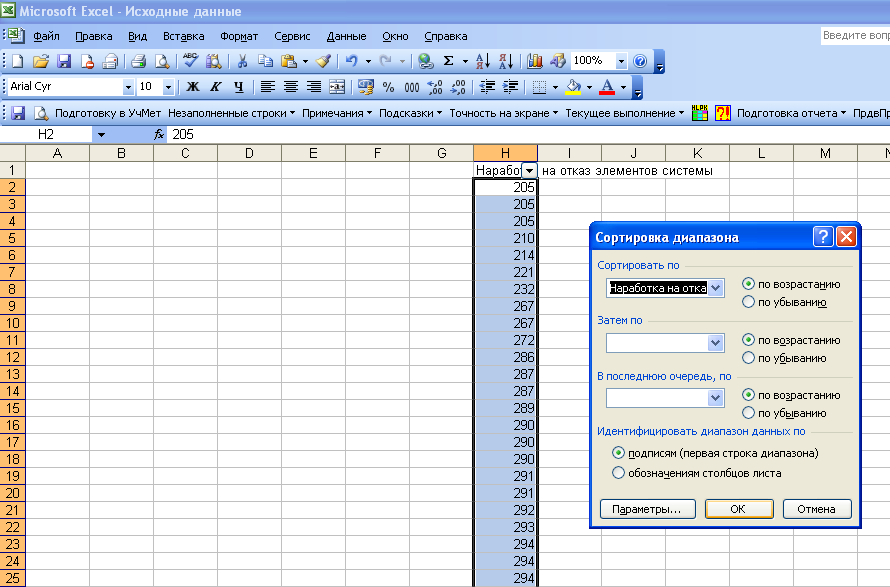
 = 360,658 часа

1.2. Строим гистограмму распределения:

Гистограммы – один из вариантов столбчатой диаграммы, дающей наглядное изображение того, с какой частотой повторяется то или иное значение или группа значений. Гистограмма показывает размах изменчивости процесса, помогает понять его вариабельность и положение относительно границ допуска. Она строится в следующей последовательности:

1.2.1.Определяются наибольшее и наименьшее значения показателя.

В программе Excel используется опция «Сортировка». В данном случае наибольшее значение показателя составит 486 часов. Наименьшее значение показателя составит 205 часов.



1.2.2.Определяется диапазон гистограммы как разность между наибольшим и наименьшим значениями указанного показателя. В данном случае разность между наибольшим и наименьшим значениями составит 281 час:

1.2.3.Определяется число интервалов гистограммы. Для расчета рекомендуемого числа интервалов можно пользоваться приближенной формулой: *K=1+3,3 lgn* (где *К* - число интервалов; *n* - число значений показателей). Например, если *n* = 50, то рекомендуемое число интервалов гистограммы – 7. Если же *n* приближается к 1000, то число интервалов – 11. В данном случае *К* =8

1.2.4. Определяется ширина интервала гистограммы путем деления диапазона гистограммы на число интервалов. В случае, когда ширина интервала не превышает двукратной цены деления измерительного средства, необходимо уменьшить число интервалов *К*, чтобы не получить полигон частот вместо гистограммы распределения. В данном случае ширина интервала гистограммы равна 281 час/8= 35 час:

1.2.5. Диапазон гистограммы разбивается на интервалы.

Первый интервал гистограммы 205+35= 240 час. (205-240 час)

Второй интервал гистограммы 241+35= 276 час. (241-276 час)

Третий интервал гистограммы 277+35= 312 час. (277-312 час)

Четвертый интервал гистограммы 313+35= 348 час. (313-348 час)

Пятый интервал гистограммы 349+35= 384 час. (349-384 час)

Шестой интервал гистограммы 385+35= 420 час. (385-420 час)

Седьмой интервал гистограммы 421+35= 456 час. (421-456 час)

Восьмой интервал гистограммы 457+35= 492 час. (457-492 час)

1.2.6. Подсчитывается число попаданий результатов в каждый интервал:

Первый интервал гистограммы (205-240 час), 7 попаданий

Второй интервал гистограммы (241-276 час) 3 попадания

Третий интервал гистограммы (277-312 час) 30 попаданий

Четвертый интервал гистограммы (313-348 час) 83 попадания

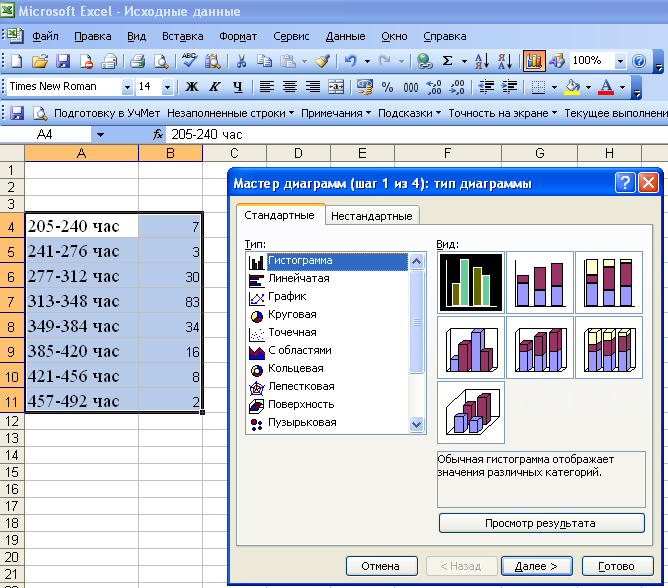
Пятый интервал гистограммы (349-384 час) 34 попаданий

Шестой интервал гистограммы (385-420 час) 16 попаданий

Седьмой интервал гистограммы (421-456 час) 8 попаданий

Восьмой интервал гистограммы (457-492 час) 2 попадания

1.2.7. Строится столбчатая диаграмма.



Исходя из гистограммы, мы видим, что распределение наработки на отказ элементов системы подчиняется ***нормальному*** закону.

Функция распределения нормального закона

,

 – математическое ожидание,

– текущее значение случайной величины,

 - среднеквадратическое отклонение.

Вероятность безотказной работы



Плотность распределения 

Коэффициент вариации 

Для нормально распределенной случайной величины все рассеивание укладывается со следующей точностью:

а = ±*P(x) =* 0,682

а = ± 2*P(x) =* 0,954

а = ± 3*P(x) =* 0,9973

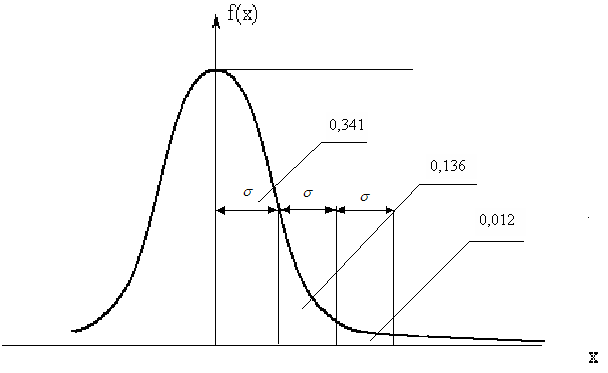


Рисунок 1 – Кривая нормального распределения

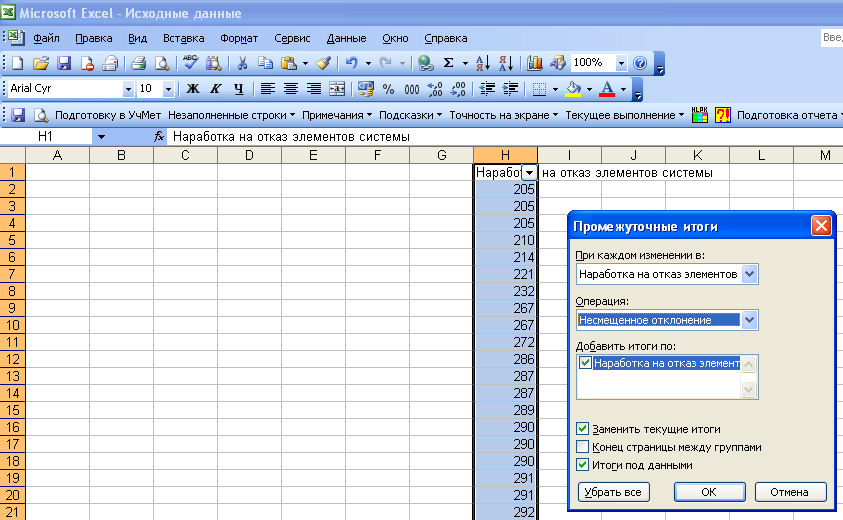
Для оценки рассеяния данных относительно центра служит *стандартное отклонение*σ

σ =. (2)

1.3. Вычисляем стандартное отклонение по формуле (2). В данном случае:

*σ* = 33,662 час

Рекомендуется использование программы Excel. Используется опция «Итоги», в окне которой находим функцию «Несмещённое отклонение».



Теперь нужно определить вероятность выхода из строя одного элемента системы в случае его использования в комбайне со средним значением наработки до отказа 248,2 часа (см. исходные условия).

1.4. Определяем, сколько значений σ укладывается в интервал от 360,66 часа (расчетное значение *математического ожидания* )до 248,2 часа (см.рис.2.)

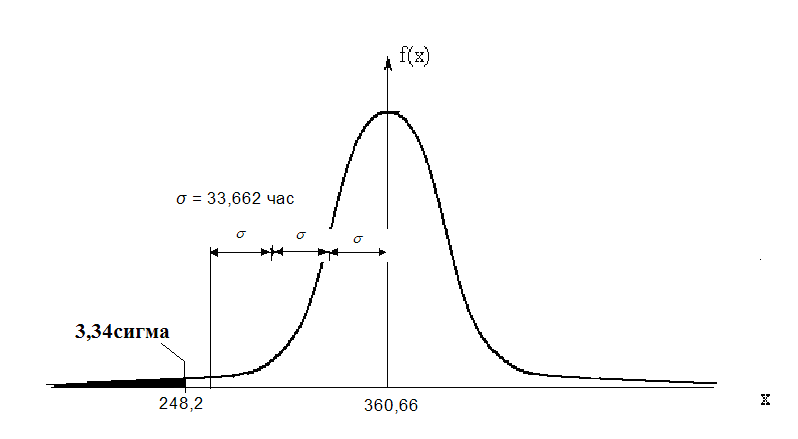


Рисунок 2 – К определению вероятности выхода из строя одного элемента системы

∆=(360,658-248,2)/ 33,662 = 3,34

1.5. По номограмме находим процент вероятности выхода из строя одного элемента системы в случае его использования в течение 248,2 часа ~ 0,085%

1.6.Составляем таблицу вероятности бездефектной работы комбайна в случае использования нескольких элементов системы.

Для случая одного элемента вероятность дефектности при использовании одного элемента со средним значением наработки до отказа 248,2 часа равен 0,085. Вероятность надежной (безотказной) работы в этом случае равна:

(100% - 0,085%)/100 = 0,99915

Теперь требуется рассчитать максимально возможное количество элементов в системе комбайна при следующих условиях:

- гамма-процентная наработка комбайнов равна 90%;

- вероятность надежной (безотказной) работы элемента -0,99915

Поскольку в исходных условиях не указывается схема соединения элементов, то определим вероятности безотказной работы технической системы при основном соединении элементов. При основном соединении элементов отказ технической системы наступает при отказе любого из ее элементов.

При расчете надежности таких систем предполагают, что отказ элемента является событием случайным и независимым.

Вероятность безотказной работы такой системы Pc(t) в течение времени t определяется как произведение вероятностей безотказной работы составляющих ее элементов:

, (3)



Если , то (4)



Для двух элементов системы = вероятность равна:

*P2(t)* =0,999152= 0,9983

Для трех элементов системы = вероятность равна:

*P3(t)=* 0,999153= 0,9975

В условиях вероятности надежной (безотказной) работы каждого элемента 0,99915 увеличение количества элементов до трех при их основном соединении снижается, но всё ещё превышает заданный гамма-процентный ресурс. Изменение вероятность бездефектной работы комбайна по мере увеличения количества элементов при их основном соединении представлено в Таблице 4.

Таблица 4

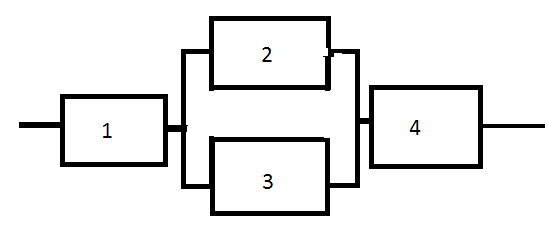
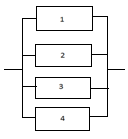
Вероятность бездефектной работы комбайна

в случае использования нескольких элементов системы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Количество элементов системы | Вероятность надежной работы | Заданный Гамма-процентный ресурс |
| 1 | 0,99915 |  |
| 2 | 0,999152= 0,9983 |  |
| 3 | 0,999153= 0,9975 |  |
| 4 | 0,999154= 0,9966 |  |
| 5 | 0,999155= 0,9958 |  |
| 6 | 0,999156= 0,995 |  |
| 7 | 0,999157= 0,994 |  |
| 8 | 0,999158= 0,9932 |  |
| 9 | 0,999159= 0,9923 |  |
| 10 | 0,9991510= 0,9915 |  |
| …. | …. |  |
| …. | …. |  |
| 124 | 0,99915124= 0,9 | 0,9 |

Ответ: максимально возможное количество элементов в системе комбайна при заданных условиях для обеспечения гамма-процентного ресурса, равного 90%, не должно превышать 124

**3.2 Задание 2:** найти вероятность надежной работы устройства комбайна при следующих условиях соединения элементов:



Исходные условия:

- количество используемых элементов в конструкции комбайна составляет 4;

- вероятность надежной работы одного элемента равна 0,96;

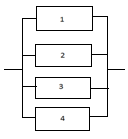
***Дано:*** Найти вероятность надежной работы устройства комбайна при различных условиях соединения элементов.

Исходные условия:

- Количество используемых элементов в конструкции комбайна составляет 4;

- Вероятность надежной работы одного элемента равна 0,96;

А. Схема соединения элементов системы параллельное:



***Решение:***

Параллельное соединение элементов такое, при котором отказ системы наступает при отказе всех элементов. В этом случае определяют вероятность отказа системы (вероятность риска) за время t, как произведение вероятностей отказов всех ее элементов, то есть:



(5)



Тогда вероятность безотказной работы системы .



Вероятность выхода из строя каждого элемента F1 равна: 1- 0,996 = 0,004

Произведение вероятностей отказов всех ее элементов:

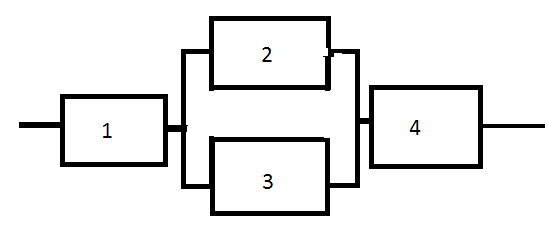


F4 = 0,044 = 0,00000256

Вероятность надежной работы устройства комбайна при заданном условии соединения элементов:

P = 1-F4 = 0,99999744

Б. Схема соединения элементов системы сложное:



***Решение:***

Рассчитаем вероятность выхода из строя узла системы, состоящего из 2 и 3 элемента, соединённых параллельно:

P2,3= (1-F2\*F3)

Далее вероятность безотказной работы определяется как произведение вероятностей безотказной работы составляющих ее элементов:

, т.е.



P = P1\* (1-F1\*F1) \* P4

P = 0,996 \*( 1-0,004\*0,004)\* 0,996 = 0,992

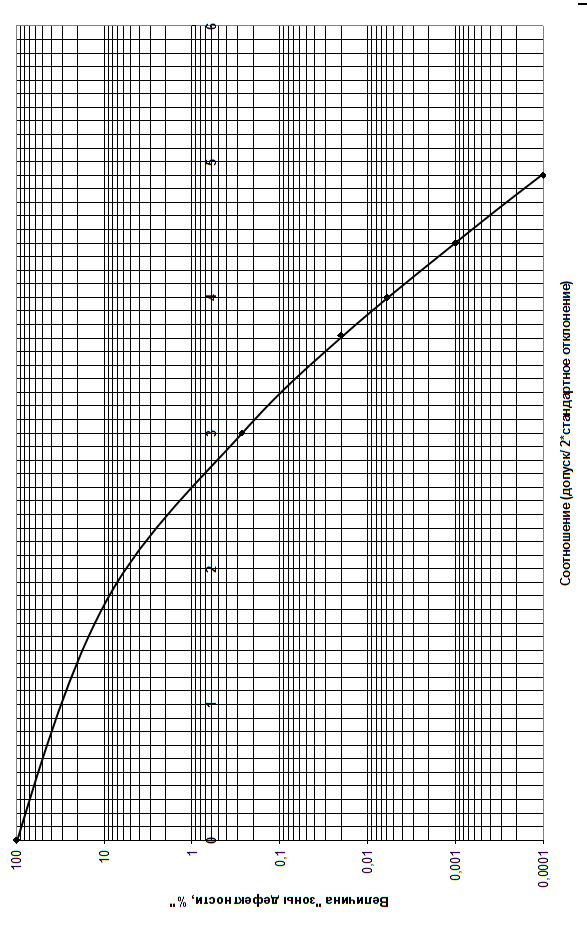
**3.3 Задание 3:** Построить гистограммы наработки до отказа комбайнов марки «Дон 680» и сделать вывод о характере закона распределения.

- исходные данные по наработке до отказа комбайнов предоставляет преподаватель в файле «Base».



Вывод: распределение до отказа подчиняется экспоненциальному закону

Приложение 1



# **Список использованных источников**

# 1. Трушкова Е. А. Надежность технологических систем и техногенный риск: методические указания (практикум) для подготовки бакалавров направления 280700.62 «Техносферная безопасность», профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и производств». – Ростов н/Д.: Ростовский государственный строительный университет, 2014.

2. Хенли Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска – М.: Машиностроение, 1984.

3. Белов С. В., Девисилов В. А. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.для студентов учреждений. – М.: Высшая школа, 2000.

4. Гурова О. С. Надежность технических систем и техногенный риск: Методические указания по выполнению практической работы на тему «Определение основных количественных параметров, характеризующих надежность инженерно-экологической системы» для бакалавров направления подготовки 280700 «Техносферная безопасность» – Ростов н/Д.: Ростовский государственный строительный университет, 2014.

5. Занько Н.Г., Корсаков Г.А. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для студентов всех специальностей – СПб.: , 1997.

6. Трушкова Е. А. Методические указания к выполнению курсового проекта “Анализ техногенного риска и обеспечение безопасности технологического процесса производства полиэтилена” по курсу “Надежность технических систем и техногенный риск”: Для студентов специальностей: “Безопасность технологических процессов ” всех форм обучения, Ростов н/Д: Ростовский государственный строительный университет, 2007.

7. Ефремов, И.В., Рахимова, Н.Н. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие Оренбург: ОГУ, 2013.

8. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи – Лань, 2016.

9. Юркевич В. В., Схиртладзе А. Г. Надежность и диагностика технологических систем: Учебник – М.: Высшая школа, 2011.

10. Кузнецов В. А. Надежность и эффективность в технике: Справочник в десяти томах. Т.10 Справочные данные по условиям эксплуатации и характеристикам надежности – М.: Машиностроение, 1990.

11. Алымов В. Т., Тарасова Н. П. Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Охрана окружающей среды и рац. использов. природ. ресурсов" направл. подготовки диплом. спец. "Защита окруж. среды" – М.: ИКЦ "Академкнига", 2006.