SEYSMOAKTIVLIKNI AKKSELOMETER YORDAMIDA ANIQLASH VA OGOHLANTIRISH QURILMASI

Imomov Bekzod
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti

Received: 20.09.2025
Revised: 21.09.2025
Accepted: 22.09.2025

Kalit so‘zlar:
seysmik, SCADA, GY-291 ADXL345 akselerometr moduli, port, mikrokontroller, piezoelektrik buzzer, Arduino UNO, LCD display, ulanish sxemasi, C++

Annotatsiya: Ushbu maqolada seysmik muammolarning dolzarbligi va ularni aniqlashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish hamda seysmoaktivlikni aniqlash va ogohlantirish laboratoriya qurilmasini tayyorlash tajribasi haqida ma’lumtlar keltirilgan.

Respublikamizda barcha sohalarni yangilash, rivojlantirish, izlanishlar jarayoni faollik bilan amalga oshirib borilmoqda, bu yo‘lda yangi zamonaviy texnologiyalar ilmiga katta ahamiyat berilmoqda.

Axborot texnologiyalari sohasi oxirgi o‘n yilliklarda ulkan transformatsiyalarni o‘z boshidan kechirdi va butun hayotimizni o‘zgartirib yubordi. Bulutli texnologiyalar, 5G va internet, milliardlarni qamrab olgan ijtimoiy tarmoqlar, medianing aql bovar qilmas taraqqiyoti... Bu mislsiz kashfiyotlarni sanashda yana davom ettirish mumkin. Shubhasiz, butun dunyo miqyosida shov-shuv ko‘tarishga ulgurgan sun’iy intellekt va u bilan bog‘liq holda qalqib chiqqan mutlaqo yangi yo‘nalishlar bu texnologik yangiliklarning eng cho‘qqisi bo‘ldi.

2024-yil 1-iyundan MSK-64 shkalasi bo‘yicha **8 va undan yuqori ballik seysmik faol** zonalarda yangi qurilishi rejalashtirilayotgan 5 qavatdan yuqori tibbiyot obyektlari hamda, 9 qavatdan yuqori binolarni aktiv seysmik himoyalash qurilmalari, shu jumladan, seysmoizolyatsiya va dempfer uskunalari bilan loyihalash amaliyoti yo‘lga qo‘yiladi.

2024-yil 1-iyuldan yangi qurilishi rejalashtirilayotgan xavflilik omili III – IV toifa bo‘lgan obyektlarga bino va inshootlarning yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarini avtomatik monitoring qilish uskunasini o‘rnatish majburiy etib belgilanadi.

Shuningdek, 2024-yil 1-iyulgacha Respublikaning barcha tuman va shaharlari hududlari kesimida mintaqaviy **akselerogrammalar raqamlashtiriladi** hamda ularning onlayn bazalari shakllantiriladi. 2024-yil 1-avgustdan xavflilik omili III – IV toifa bo‘lgan obyektlarni hududning zilzilalar kuchini ko‘rsatib beruvchi mintaqaviy akselerogrammalar bazalaridan kelib chiqib loyihalash va qurish tartibi joriy etiladi[1].

1-iyulgacha esa texnik holati qoniqarsiz deb topilgan mavjud bino va inshootlarni “kompensatsion ineksiya texnologiyasi orqali mustahkamlash va deformatsiyani oldingi holatiga qaytarish” uslubi orqali qayta tiklash ishlari eksperiment tariqasida amalga oshiriladi. 2024-yil 1-maydan zilzila xavfi va prognoziga oid xulosalarni har oyda joylardagi **hokimliklarga kiritish amaliyoti** yo‘lga qo‘yiladi.

Shubhasiz texnogen ofatlar insonlar hayotiga xavf tug‘diradi, jumladan zilzila tabiiy ofatlar ichida eng yomon oqibatlarga olib keladi. Bugungi kunda zamonaviy texnologiyalar orqali bu sohada qator istiqbolli loyihalar amalga oshirilmoqda.

Ushbu holatlarni inobatga olib seysmoaktivlikni aniqlash va ogohlantirish laboratoriya qurilmasini tayyorlash dolzarb hisoblanadi.

Zilzila - bu yoriqda to‘satdan siljishini, shuningdek, siljish yoki vulqon yoki magnetik faollik yoki yerning boshqa keskin o‘zgarishi natijasida yuzaga keladigan yer silkinishini va radiatsion seysmik energiyani tasvirlash uchun ishlatiladigan atama.

Zilzila haqida erta ogohlantirish tizimlarining asosini seysmik to‘lqinlarni aniqlay oladigan va darhol baholashdan so‘ng avtomatik ravishda ogohlantirish signalini faollashtiradigan ishonchli seysmik sensorlar tashkil etadi . Bu xavf ostida bo‘lgan hududdagi odamlarni qutqarish uchun qimmatli soniyalar bilan ta’minlaydi[4,5].

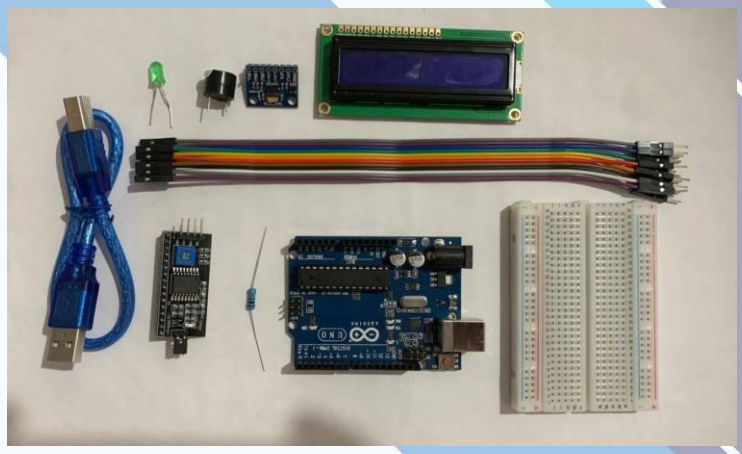
Seysmik datchiklar to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektron sirenaga ulanadi, u xavfli yer silkinishlarida avtomatik ravishda faollashadi. Tizim avtomatlashtirilgan va mustaqildir, shuning uchun u zilzilalarning tez-tez uchraydigan yon ta’siri bo‘lgan elektr uzilishida ham ishlaydi. Katta tizimlar Vektra® dasturiy ilovalari (SCADA, Ogohlantirish va Bildirishnoma) bilan jihozlangan. Datchiklar xavfli zilzila faolligini aniqlaganda (Vektra® SCADA tomonidan doimiy ravishda nazorat qilinadi), barcha sirenalar avtomatik ravishda faollashadi (Vektra® Warning). Bir vaqtning o‘zida barcha birinchi javob beruvchilar yaqinlashib kelayotgan xavf haqida ovozli yoki matn orqali xabardor qilinadi (Vektra® xabarnomasi) [2,3].

Seysmik datchiklar binolarning eng past qismlarida (masalan, yerto‘lalarda) o‘rnatiladi va seysmik to‘lqinlarni kuzatadi. Xavfli seysmik to‘lqinlar aniqlanganda, sensorlar darhol va avtomatik ravishda ogohlantirish

tizimini faollashtiradi. Ular to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektron sirenaga ulanadi va olingan ma’lumotlarni boshqaruv markaziga uzatadi.

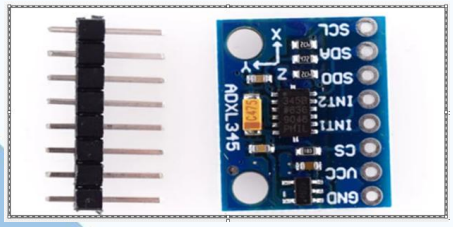
Ushbu tajriba qurilmasini yaratishimiz uchun quyidagi zaruriy uskunalar va dasturiy ta’minotlar zarur bo‘ladi.

Bu tajriba qurilmasini yasash uchun bizga kerak bo‘ladigan qurilmalar.



1-rasm. Laboratoriya uskunasini tayyorlash uchun zaruriy jizohlar.

GY-291 ADXL345 akselerometr moduli ADXL345 kichik, kam quvvatli, I2C va SPI interfeyslariga ega to‘liq 3 o‘qli MEMS akselerometr modulidir. ADXL345 platasi bortdagi 3,3V kuchlanish regulyatori va darajani o‘zgartirgichga ega, bu Arduino kabi 5V mikrokontrollerlar bilan interfeysni osonlashtiradi [6].



2-rasm. Akselerometr modulining ko‘rinishi. Akselerometr moduli.

1-jadval. Akselerometr modulining portlari.

Port raqami	Port nomi	Ta’rifi
1	GND	Yerdan (-) quvvat manbai
2	VCC	+5V quvvat manbai
3	CS	Chipni tanlang
4	INT1	Interrupt 1-Chiqish
5	INT2	Interrupt 2-Chiqish
6	SDO	Seriyali ma’lumotlarni chiqarish
7	SDA	Seriyali ma’lumotlarni kiritish va chiqarish
8	SDL	Seriyali aloqa soati

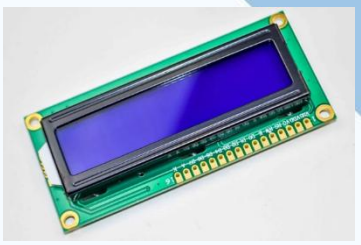


3-rasm Piezoelektrik buzzer uskunasi.

Elektr xususiyatlari:

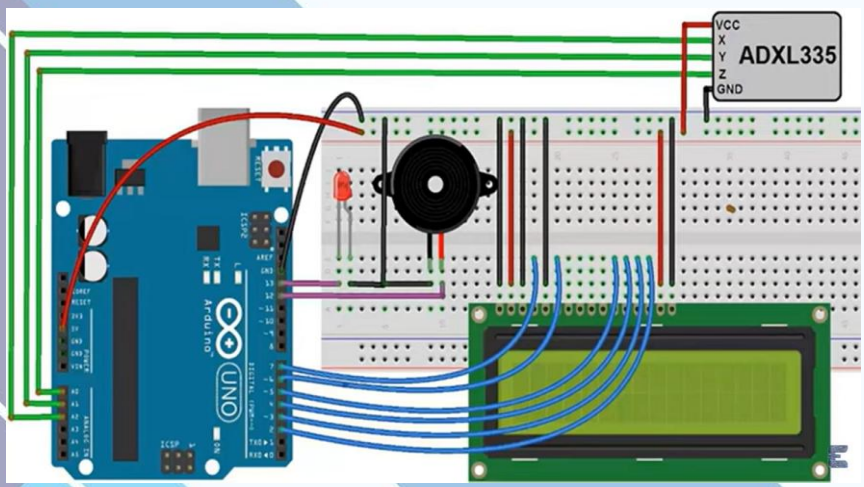
Nominal kuchlanish: 5Vp-p
Nominal oqim: 5mA (maksimal)
Ovoz chiqishi 10 cm: 80 dBA(min)
Rezonans chastotasi: 4000Hz ± 500
Imkoniyat: 13000pF ± 30%

Akselerometr moduli va Arduino mikrokontrolleri yordamida zilzilani aniqlash. Buni amalga oshirish uchun biz Arduino UNO, Breadboard va akselerometer modulidan foydalanamiz.

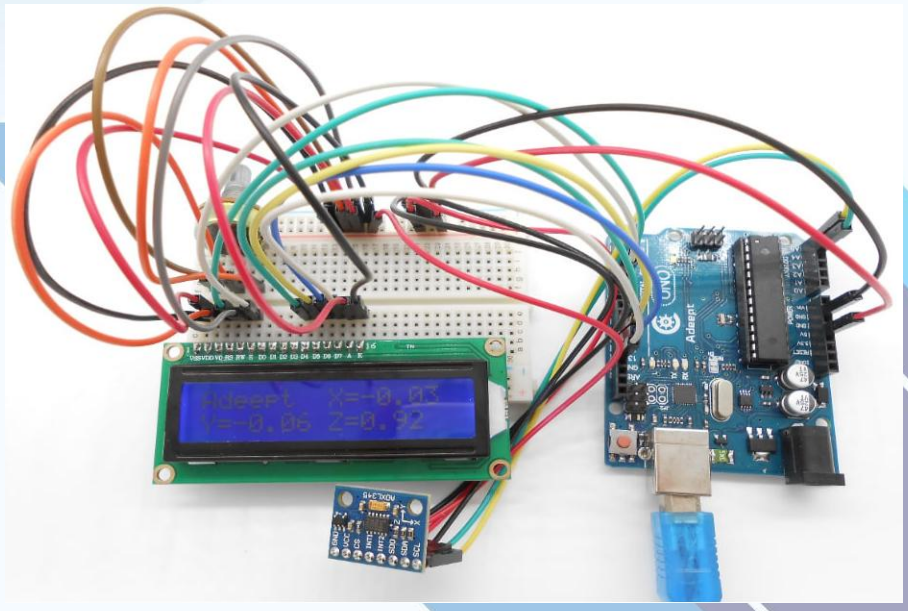


4-rasm. LCD displey qurilmasi ko‘rinishi

Shuningdek, biz aniqlangan natijalarni ko‘rish uchun 16 × 2 LCD displeydan foydalanamiz. Bunda bizga akselerometer qurilmasi yordam beradi, x, y, z o‘qlaridagi muvozanat harakatini aniqlaydi va ekranga chiqaradi [7].



5-rasm Tajriba qurilmasininng ulanish sxemasi.



6-rasm. Tajriba qurilmasi uskunalarininng real yig‘ma ko‘rinishi.

Taqriba qurilmasida foydalanilgan uskunalar, mikrokontroller va ularni ulash sxemasi bo‘yicha ishlar bajarilgandan so‘ng, tajriba qurilmasining dasturiy ta’minotini ishlab chiqish ketma-ketligini ko‘rib chiqamiz. Chunki bilamizki bugungi kunda ko‘pgina avtomatlashtirilgan jarayonlarda dasturiy ta’minot eng muhim rolni bajaradi.

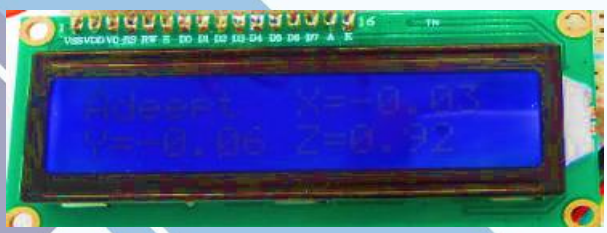
Arduino mikrokontrollerida C++ tilida yozilgan dastur kodi:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_ADXL345_U.h>

#define buzzer 12
#define led 13

Adafruit_ADXL345_Unified accel = Adafruit_ADXL345_Unified();

int xsample=0;
int ysample=0;
int zsample=0;
long start;
int buz=0;

/*Macros*/
#define samples 9
```

```
#define maxVal 3
#define minVal -3
#define buzTime 2000

void setup(void) {
   Serial.begin(9600);
   if(!accel.begin()) {
      Serial.println("Aksilometr datchiki topilmadi!");
      while(1);
   }
  delay(1000);
  Serial.println("Yer silkinishi Detectori");
  delay(2000);
  Serial.println("Kalibrlash.....");
  Serial.println("Iltimos kuting...");

  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
  buz=0;
  digitalWrite(buzzer, buz);
  digitalWrite(led, buz);

  sensors_event_t event;
  accel.getEvent(&event);

  for(int i=0;i<samples;i++) {
    xsample+=event.acceleration.x;
    ysample+=event.acceleration.y;
    zsample+=event.acceleration.z;
  }
  xsample/=samples;
  ysample/=samples;
  zsample/=samples;
}

void loop(void) {
  sensors_event_t event;
  accel.getEvent(&event);

  int value1=event.acceleration.x;
  int value2=event.acceleration.y;
```

```
int value3=event.acceleration.z;

int xValue=xsample-value1;
int yValue=ysample-value2;
int zValue=zsample-value3;

if(xValue < minVal   xValue > maxVal   yValue < minVal   yValue > maxVal  zValue < minVal || zValue > maxVal){
  if(buz == 0)
    start=millis();
  buz=1;
 }
 else if(buz == 1){
  Serial.println("Sesmik zilzila aniqlandi ");
  if(millis()>= start+buzTime)
    buz=0;
 }

 digitalWrite(buzzer, buz);
 digitalWrite(led, buz);

 Serial.print("X: "); Serial.print(xValue); Serial.print("  ");
 Serial.print("Y: "); Serial.print(yValue); Serial.print("  ");
 Serial.print("Z: "); Serial.print(zValue); Serial.print("  ");
 Serial.println("");
 delay(200);
}
```

Ixtiyoriy sezgir harakatni amalga oshirsak va bunda LCD displeyda quyidagi yozuv o‘zgarishini kuzatishimiz mumkin.



7-rasm. LCD displeyning ishga tushirish holati.

Xulosa qilib shuni aytish kerakki yurtimizda texnogen ofatlarni bartaraf etish chora-tadbirlari va yangi texnologiyalarni ishlab chiqishni ilg‘or davlatlardan andoza olgan holda, ularni amaliyotga qo‘llash kerakligi bayon

etildi. Elementlarni qanday to‘g‘ri tanlash, ularni bir-biri bilan to‘g‘ri ulash va nazarda tutilgan operasiyani aniq bajarishi uchun ta’sir etuvchi omillar ekanligi aniqlandi. Qurilmada ishlatilgan elementlarda kirish va chiqish signallarini otsilograf ekranida grafik ko‘rinishlarini ko‘rib, uni tahlil qilib qaysi elementni boshqasi bilan o‘zgartirish yo‘li orqali tizimdagi kamchiliklar ya’ni kechikish, sezgirlikni keragidan oshib ketishi yoki aksincha kamayishi qaysi faktorga bog‘lik ekanligini aniqlash yo‘llarini aniqlandi. Olingan natijalarni qayt etish bizga tizimdagi nosozlikni qayta takrorlamaslik uchun qo‘llanma bo‘lib xizmat qiladi. Yana shu sohada tadqiqotlar olib boradigan soha vakillari uchun kerakli manba bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 17-aprel 2024-yildagi PQ-161 “Bino va inshootlarning zilzila bardoshligini oshirish hamda seysmik xavfni monitoring qilish faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori (https://lex.uz/ru/docs/6887055).

2. Kanamori H. The radiated energy of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake // Earthquakes: Radiated Energy and the Physics of Faulting. Geophysical Monograph Series 170. AGU. 2006. P. 59–60.

3. Earthquakes: Radiated Energy and the Physics of Faulting // Geophysical Monograph Series 170. AGU. 2006. 327 p.

4. Салтыков В.А., Патонин А.В. Стадийность акустической эмиссии при лабораторном моделировании приливных эффектов в сейсмичности // Докл. РАН. 2010. Т. 430, № 5. С. 693–696.

5. Dale Wheat. Arduino Internals (Technology in Action) 1st ed. Edition. Apress; 1st ed. edition (November 15, 2011). 412 pages.

6. Simon Monk. Programming Arduino: Getting Started with Sketches, Second Edition (Tab) 2nd Edition. McGraw Hill TAB; 2nd edition (June 9, 2016). 192 pages.

7. Harley Pebley. Hacker's Field Guide: Arduino Foundations: Basic electronics and software for success with Arduino projects. Harley Pebley (February 24, 2021). 104 pages.