

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**“EHTİMAL NƏZƏRİYYƏSİ”**

ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının

**P R O Q R A M I**

Hazırlıq istiqaməti: **7005011 “RİYAZİYYAT”**

Proqramın istiqaməti: **1208.01 “EHTİMAL NƏZƏRİYYƏSİ”**

*Bakı Dövlət Universitetinin  
Tətbiqi riyaziyyat və Kibernetika  
fakültəsinin Elmi Şurasının qərarı  
ilə tövsiyə edilmişdir (13 fevral  
2026-cu il 2 sayılı protokol)*

**Bakı 2026**

## **Tərtibçi**

**Rövşən Telman oğlu Əliyev**

Bakı Dövlət Universitetinin “Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika” kafedrasının müdiri, riyaziyyat elmləri doktoru, professor

## **Elmi redaktor**

**Asəf Hacı oğlu Hacıyev**

AMEA-nın həqiqi üzvü,  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

## **Rəyçilər**

**Fəda Hənnan oğlu Rəhimov**

Bakı Dövlət Universiteti nəzdində Tətbiqi Riyaziyyat  
Elmi Tədqiqat İnstitutu, riyaziyyat elmləri doktoru,  
professor

**Araz Rafiq oğlu Əliyev**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin  
“Ümumi və tətbiqi riyaziyyat” kafedrasının müdiri, əməkdar elm  
xadimi, riyaziyyat elmləri doktoru, professor

# MƏZMUNU

## Ümumi qaydalar

Bölmə I. Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfləri və məqsədləri

Bölmə II. Fəlsəfə doktoru imtahanının verilməsi prosesində yoxlanılan bacarıqlar

Bölmə III. Fəlsəfə doktoru imtahanı proqramının məzmunu

Fəsil 1. İxtiyari elementar hadisələr fəzası

Fəsil 2. Təsadüfi kəmiyyət və onun ehtimal paylanması

Fəsil 3. Təsadüfi kəmiyyətin ədədi xarakteristikaları

Fəsil 4. Ehtimal nəzəriyyəsinin limit teoremləri

Fəsil 5. Stoxastik analizin elementləri.

Fəsil 6. Təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinin elementləri

Fəsil 7. Ehtimal nəzəriyyəsinin bəzi sahələrdə tətbiqləri

Bölmə IV. Tədris-metodik və informasiya təminatı

Bölmə V. Qiymətləndirmə meyarları

Bölmə VI. Fəlsəfə doktoru imtahanının sualları (nümunə)

## ÜMUMİ QAYDALAR

“Ehtimal nəzəriyyəsi” fənni 1208 – Riyaziyyat ixtisası, 1208.01 “Ehtimal nəzəriyyəsi” istiqaməti proqramı üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlığı üzrə əsas fənlərdəndir.

Ehtimal nəzəriyyəsi müasir riyaziyyatın intensiv inkişaf edən və geniş tətbiq sahələrinə malik qollarından biridir. Ehtimal nəzəriyyəsi bir elm kimi təşəkkül tapmazdan əvvəl elmin müxtəlif sahələrində yalnız determinik qanunla baş verən hadisə və proseslər öyrənilirdi. Lakin bizi əhatə edən aləmdə heç də həmişə bütün hadisə və proseslər determinik qanunauyğunlara tabe olurlar.

Ehtimal nəzəriyyəsi bizi əhatə edən aləmdə baş verən təsadüfi hadisə və prosesləri öyrənir. Əslində ilk baxışda elə görünə bilər ki, təsadüfi sözü altında baş verən hadisələr elmi qanunauyğunluqlara tabe olmur. Lakin bu belə deyil. Təsadüfi sözü altında baş verən hadisə və proseslər müəyyən ciddi riyazi qanunauyğunluqlara tabe olur. Ehtimal nəzəriyyəsinin metodları bizi əhatə edən aləmdə baş verən təsadüfi hadisə və proseslərin riyazi modelini qurmağa və onların tabe olduqları statistik qanunauyğunluqları öyrənməyə imkan verir. Başqa sözlə, ehtimal nəzəriyyəsi stoxastik eksperimentlərin riyazi modelini qurub tədqiq edən elmdir.

Ehtimal nəzəriyyəsində riyaziyyatın müxtəlif sahələrinin (kombinatorikanın, riyazi analiz, funksional analiz, cəbr və məntiq nəzəriyyəsi və s.) anlayış və metodlarından geniş şəkildə istifadə olunur. Ehtimal nəzəriyyəsi ehtiyatların idarə olunması, etibarlılıq, kütləvi xidmət, stoxastik proqramlaşdırma, fizika, biologiya, iqtisadiyyatla yanaşı, həm də maliyyə riyaziyyatı, aktuar riyaziyyatı, bank işinin təşkili və s. kimi mühüm və müasir tətbiq sahələrinə malikdir.

Ehtimal nəzəriyyəsində riyaziyyat elminin bir çox sahələrində istifadə olunan üsullardan və alınan nəticələrdən geniş istifadə olunur. Ancaq məhz ehtimal nəzəriyyəsinə məxsus tədqiqat üsulları da mövcuddur. Öyrənilən məsələlərin əksəriyyətində dəqiq riyazi quruluş olmur və belə məsələlərin riyazi modelini qurmaqda nəzəri ehtimal intuisiyasından istifadə olunur.

“Ehtimal nəzəriyyəsi” fənninin öyrənilməsi bakalavr və magistr hazırlığı üzrə əsas təhsil proqramının mənimsənilməsi prosesində doktorantların yiyələndiyi biliklərin məcmusuna əsaslanır.

“Ehtimal nəzəriyyəsi” fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı tədris planında və təqvim tədris qrafikində müəyyən edilmiş vaxtlarda keçirilir.

“Ehtimal nəzəriyyəsi” fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı proqramında fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfləri və məqsədləri, ona olan tələblər müəyyən edilmiş, fəlsəfə doktoru imtahanının məzmunu və qiymətləndirmə meyarları təsvir edilmişdir.

## I BÖLMƏ. ELMİ İXTİSAS ÜZRƏ FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ HƏDƏFLƏRİ VƏ MƏQSƏDLƏRİ

1208.01 - “Ehtimal nəzəriyyəsi” elmi ixtisası üzrə doktoranturada təhsil alanların hazırlığının hədəfi ehtimal nəzəriyyəsinin metodları ilə tanış olmaq, bu metodları müxtəlif tətbiqi məsələlərin həll olunmasında istifadəsi üçün onlara istiqamətlər göstərmək, doktorantın elmi ixtisas fənlərinin öyrənilməsinin yekunlarına əsasən onun bacarıqlarının səviyyəsini aşkar etmək və qiymətləndirməkdən ibarətdir. Həmçinin əsas məqsədlərdən biri doktorantların qazandıqları bilikləri tətbiqi məsələlərin nəzəri və praktiki həllinə tətbiq etmə və alınan nəticələri analiz etmə bacarığını inkişaf etdirməkdir.

**Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfi** təhsil alanlar tərəfindən əsas ali təhsil proqramının – 1208-“Riyaziyyat” hazırlıq istiqaməti, 1208.01-“Ehtimal nəzəriyyəsi” istiqaməti üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlanması proqramının mənimsənilməsinin nəticələrinin Dövlət Ali Təhsil Standartlarının müvafiq tələblərinə nə dərəcədə uyğun olduğunu təyin etməkdir.

### **Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının məqsədləri:**

- elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlıq və fəlsəfə doktoru imtahanının verilməsi prosesində 1208.01-“Ehtimal nəzəriyyəsi” istiqaməti üzrə Dövlət Ali Təhsil Standartlarının tələbləri (ali ixtisaslı kadrların hazırlıq səviyyəsi) və təhsil alanların ali təhsil proqramının – doktoranturada elmi-pedaqoji kadrların hazırlanması proqramının mənimsənilməsi prosesində əldə etdikləri faktiki bilik, bacarıq və vərdişlərinin qiymətləndirilməsi;
- doktorantın müxtəlif stoxastik eksperimentlərin ehtimal-statistik modellərini qurmaq, müvafiq tədqiqat metodlarını seçmək bacarıqlarının aşkar edilməsi;
- doktorantın ehtimal nəzəriyyəsinin limit teoremlərini və onların isbat

metodlarını mənimsəməsi səviyyəsinin qiymətləndirilməsi;

- doktorantın stoxastik analizin elementlərini mənimsəməsinin qiymətləndirilməsi;
- doktorantın təsadüfi dolaşmalar, təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinin əsas prinsip və metodlarını nə dərəcədə bildiyinin aşkar edilməsi;
- doktorantın ehtimal nəzəriyyəsinin ümumi kateqoriyalarının, anlayışlarının və metodologiyasının, tədqiq edilən problemlərə əsas elmi yanaşmaların nə dərəcədə mənimsədiyinin aşkar edilməsi;
- doktorantın müxtəlif ehtimal sxemlərinin araşdırılmasını və onların müqayisəli təhlilinin aparılması bacarığının qiymətləndirilməsi;
- doktorantın tədqiqat metodlarını müstəqil öyrənməsi, müasir elmi nailiyyətləri təhlil etməsi, tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı yeni ideyalar irəli sürməsi, onların həlli yollarını və üsullarını modelləşdirmək qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi.

## II BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ VERİLMƏSİ PROSESİNDƏ YOXLANAN BACARIQLAR

Doktorantura proqramının ixtisas fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı aşağıda sadalanan **bacarıqların** üzə çıxarılmasına yönəldilmişdir:

### **Universal bacarıqlar:**

Ehtimal nəzəriyyəsinin təsadüfi hadisə və onun ehtimalı, təsadüfi kəmiyyət, onun paylanması və ədədi xarakteristikalar kimi əsas anlayışlarını bilmək; ehtimal nəzəriyyəsinin əsas teoremlərini və metodologiyasını, stoxastik analizin elementlərini, təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinin elementlərini bilmək.

### **Ümumi peşəkar bacarıqlar:**

Müxtəlif stoxastik eksperimentlərin ehtimal-statistik modellərini qurmaq, onların tədqiqat metodlarını seçmək, müxtəlif ehtimal

sxemlərinin araşdırılmasını və onların müqayisəli təhlilini aparmaq, ehtimal nəzəriyyəsinin əsas teoremlərinin isbatı. Əsas paylanmalar və onların ədədi xarakteristikaları haqqında nəzəri biliklər.

**Peşəkar bacarıqlar:**

Ehtimal nəzəriyyəsinin nəzəri əsaslarını bilmək; Ehtimal nəzəriyyəsinin müxtəlif bölmələrinə aid məsələləri müstəqil həll etmək bacarığına malik olmaq;

**Fəlsəfə doktoru imtahanında doktorant aşağıda sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:**

**Universal bacarıqlar:**

Müasir elmi nailiyyətləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək, tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı, o cümlədən fənlərarası sahələrdə yeni ideyalar irəli sürmək qabiliyyəti.

**Biliklər:**

- ehtimal paylanmaları və onların ədədi xarakteristikaları haqqında nəzəri biliklər;
- ehtimal nəzəriyyəsinin əsas teoremlərini və metodologiyasını;
- stoxastik analizin elementlərini;
- təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinin elementləri haqqında nəzəri məlumatlar.

**Peşəkar bacarıqlar:**

- əsas ehtimal paylanmaları və onların ədədi xarakteristikaları haqqında nəzəri biliklər.

**Vərdişlər:**

- müxtəlif proseslərin təhlilində ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistikanın metodlarının tətbiqi;
- müxtəlif proseslərin təhlilində ehtimal statistik üsulları tətbiq etmək.



# **III BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANI**

## **PROQRAMININ MƏZMUNU**

### **FƏSİL 1. İXTİYARİ ELEMENTAR HADİSƏLƏR FƏZASI**

#### **1.1. Ehtimal nəzəriyyəsinin predmeti və ilkin anlayışları**

Stoxastik eksperiment, elementar hadisələr fəzası, təsadüfi hadisə anlayışları. Təsadüfi hadisələr və onlar üzərində əməllər.

#### **1.2. Nisbi tezliklərin dayanıqlığı xassəsi. Diskret elementar hadisələr fəzasında ehtimalın təyini**

Nisbi tezliklərin dayanıqlığı xassəsi. Ehtimalın statistik tərif. Diskret elementar hadisələr fəzasında ehtimalın təyini. Ehtimalın klassik tərif. Kombinatorikanın elementləri.

#### **1.3. Ehtimal nəzəriyyəsinin Kolmoqorov aksiomları**

Ehtimal nəzəriyyəsinin Kolmoqorov aksiomları. Ehtimal ölçüsünün əsas xassələri.

#### **1.4. Şerti ehtimal. Tam ehtimal və Bayes düsturları.**

Şerti ehtimal və onun xassələri. Asılı olmayan hadisələr. Ehtimalların vurulması düsturu. Tam ehtimal düsturu. Bayes düsturları.

#### **1.5. Asılı olmayan sınaqlar ardıcılığı**

Asılı olmayan sınaqlar ardıcılığı. Bernulli sxemi. Müsbət nəticənin baş verməsinin ən böyük ehtimallı sayı. Bernulli sxemi üçün limit teoremləri (Muavr-Laplasın lokal və integral teoremləri. Puasson teoremi). Polinomial sxem.

## **FƏSİL 2. TƏSADÜFİ KƏMİYYƏT VƏ ONUN EHTİMAL PAYLANMASI**

### **2.1. Təsadüfi kəmiyyət anlayışı. Təsadüfi kəmiyyətin paylanması**

Təsadüfi kəmiyyətin və onun paylanma qanunu. Paylanma funksiyası və onun əsas xassələri. Diskret paylanma. Diskret paylanmanın cədvəl, qrafik və analitik şəkildə ifadəsi. Diskret paylanmanın mexaniki mənası. Əsas diskret paylanmalar (Bernulli paylanması, binomial paylanma, Puasson paylanması, həndəsi paylanma, mənfi-binomial paylanma). Paylanma sıxlığı funksiyası anlayışı və onun xassələri. Əsas mütləq kəsilməz paylanmalar (müntəzəm paylanma, normal paylanma, eksponensial paylanma, qamma paylanması, beta paylanma, arksinus paylanması, Veybul paylanması, Koşi paylanması, Laplas paylanması, Pareto paylanması, loqarifmik normal paylanma). Sinqulyar paylanma anlayışı. Lebeq teoremi.

### **2.2. Çoxölçülü və şərti paylanmalar.**

Təsadüfi vektor anlayışı. Çoxölçülü paylanma funksiyası və onun xassələri. Təsadüfi kəmiyyətlərin asılı olmaqlığı. Şərti paylanma.

### **2.3. Təsadüfi kəmiyyətdən asılı funksiya.**

Təsadüfi kəmiyyətdən asılı funksiya anlayışı. Asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətlərin cəminin paylanması. Asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətlərin hasilinin və nisbətinin paylanması.

## **FƏSİL 3. TƏSADÜFİ KƏMİYYƏTİN ƏDƏDİ XARAKTERİSTİKALARI**

### **3.1. Təsadüfi kəmiyyətin ədədi xarakteristikaları**

Riyazi gözləmə, dispersiya və onların tətbiqləri. Yüksək tərtib momentlər. Təsadüfi kəmiyyətin modası və medianı. Asimmetriya əmsalı və ekssesi. Kovariasiya və Korrelyasiya əmsalı.

### **3.2. Ehtimal nəzəriyyəsinin əsas bərabərsizlikləri**

Markov bərabərsizliyi. Çebışev bərabərsizliyi. İensen bərabərsizliyi, Lyapunov bərabərsizliyi, Koşi-Bunyakovski bərabərsizliyi.

### **3.3. Şerti riyazi gözləmə**

Şerti riyazi gözləmə anlayışı. Şerti riyazi gözləmənin xassələri.  $\sigma$ -cəbrə nəzərən şerti riyazi gözləmə. Radon-Nikodim teoremi.

### **3.4. Gələcəkdən asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətin riyazi gözləməsi.**

Gələcəkdən asılı olmayan təsadüfi kəmiyyət anlayışı. Təsadüfi sayda təsadüfi kəmiyyətin cəmi. Kolmoqorov-Proxorov teoremi. Vald eynilikləri.

## **FƏSİL 4. EHTİMAL NƏZƏRİYYƏSİNİN LİMİT TEOREMLƏRİ**

### **4.1. Ehtimal nəzəriyyəsinin analitik metodları: Doğuran və xarakteristik funksiyalar**

Təsadüfi kəmiyyətin doğuran funksiyası və onun xassələri. Xarakteristik funksiya və onun xassələri. Yeganəlik teoremi. Xelli teoremi. Xarakteristik funksiyalar üçün çevirmə düsturu.

## **4.2. Yığılma növləri və onlar arasında əlaqələr**

Ehtimala görə yığılma. Vahid ehtimala yığılma. Kvadratik orta mənada yığılma. Zəif yığılma. Yığılma növləri arasında əlaqələr.

## **4.3. Böyük ədədlər qanunu.**

Böyük ədədlər qanunu üçün Çebişev teoremi. Bernulli teoremi. Markov teoremi. Xinqin teoremi. Böyük ədədlər qanunundan alınan nəticələr. Böyük ədədlər qanunu üçün zəruri və kafi şərt.

## **4.4. Gücləndirilmiş böyük ədədlər qanunu.**

Borel teoremi. Kantelli teoremi. Kolmoqorovun 1-ci teoremi. Kolmoqorovun 2-ci teoremi.

## **4.5. Mərkəzi limit teoremi.**

Mərkəzi limit teoremləri. Levi-Xinqin teoremi, Lindeberg teoremi, Lyapunov teoremi və onların müqayisəsi. Berri-İensen bərabərsizliyi.

## **4.6. Dayanıqlı və sonsuz bölünən paylanmalar**

Dayanıqlı paylanma anlayışı. Sonsuz bölünən paylanma anlayışı. Dayanıqlı paylanmanın xarakteristik funksiyası üçün Xinqin göstərişi.

# **FƏSİL 5. STOXAŞTİK ANALİZİN ELEMENTLƏRİ**

## **5.1. Təsadüfi hadisələr ardıcılığının yığılması. Borel-Kantelli lemması**

Stoxastik analizin ilkin anlayışları. Təsadüfi hadisələr ardıcılığının yığılması. Borel-Kantelli lemması. Qalıq siqma cəbri və hadisə. Kolmoqorovun 0 və ya 1 qanunu.

## **5.2. Təsadüfi sıraların yığılması.**

Kolmoqorov-Xinçin teoremi. Kolmoqorovun iki sıra haqqında teoremləri. Kolmoqorovun üç sıra haqqında teoremləri.

## **FƏSİL 6. TƏSADÜFİ PROSESLƏR NƏZƏRİYYƏSİNİN ELEMENTLƏRİ**

### **6.1. Təsadüfi proses və onun xarakteristikaları**

Təsadüfi proses anlayışı. Sonlu ölçülü paylanmalar. Kolmoqorov teoremi. Uzlaşma şərtləri. Təsadüfi prosesin əsas xarakteristikaları. Təsadüfi prosesin riyazi gözləməsi və dispersiyası. Təsadüfi prosesin kovariasiya və korrelyasiya funksiyaları və onların xassələri.

### **6.2. Təsadüfi prosesin kəsilməzliyi, integrallanması və differensiallanması**

Təsadüfi proseslərin stoxastik ekvivalentliyi. Təsadüfi prosesin stoxastik kəsilməzliyi. Təsadüfi prosesin orta kvadratik mənada kəsilməzliyi. Təsadüfi prosesin orta kvadratik mənada differensiallanması və integrallanması. Təsadüfi prosesin differensialının və integralının xarakteristikaları.

### **6.3. Artımları asılı olmayan təsadüfi proseslər**

Puasson prosesi. Viner prosesi. Təkrar loqarifm qanunu.

### **6.4. Bərpa prosesləri**

Bərpa funksiyası. Bərpa tənliyi. Bərpa funksiyası üçün asimptotik ayrılışlar. Virtual gözləmə müddəti, bərpa paradoksu. Bərpa prosesi üçün böyük ədədlər qanunu. Bərpa prosesi üçün mərkəzi limit teoremi.

### **6.5. Təsadüfi dolaşmalar**

Təsadüfi dolaşma anlayışı. Faktorizasiya eynilikləri. Pollaçek-Spitzer eyniliyi. Təsadüfi dolaşmalar üçün arksinus qanunu.

#### **6.6. Dar və geniş mənada stasionar təsadüfi proseslər**

Dar və geniş mənada stasionar təsadüfi proseslər. Boxner-Xinçin teoremi. Spektral funksiya və spektral sıxlıq anlayışları.

#### **6.7. Markov zəncirləri və Markov prosesi**

Markov zəncir anlayışı. Markov zəncirlərinin vəziyyətlərinin təsnifatı. Markov zəncirləri üçün erqodik teorem. Kolmoqorov-Çepmen tənlikləri. Markov və ciddi Markov xassələri. Markov momenti anlayışı. Kəsilməz zamanlı Markov prosesi. Diffuzion proseslər.

#### **6.8. Şaxələnən proseslər. Ölüm və doğum prosesləri**

Şaxələnən proseslər haqqında ilkin anlayışlar. Ölüm və doğum prosesləri. Ölüm və doğum proseslərinin nəticə ehtimalları haqqında teorem. Ölüm və doğum proseslərinin keçid ehtimalları matrisi.

#### **6.9. Martinqallar**

Martinqal, semimartinqal və supermartinqal anlayışları. Kompensator anlayışı. Martinqallarla bağlı bərabərsizliklər. Supermartinqalların yığılması haqqında teorem.

#### **6.10. Stoxastik diferensial və stoxastik integral**

Stoxastik ölçü və stoxastik integrallar anlayışı. Stoxastik diferensial tənliklər üçün varlıq və yeganəlik teoremi. İto integralı. İto düsturu.

## **FƏSİL 7. EHTİMAL NƏZƏRİYYƏSİNİN BƏZİ SAHƏLƏRDƏ TƏTBİQLƏRİ**

### **7.1. Maliyyə riyaziyyatında tətbiqlər**

Qiymətli kağızların optimal portfeli. Portfelin diversifikasiyası. Markovits və Tobin portfellərinin qurulmasında ehtimal nəzəriyyəsinin rolu. Koks-Ross-Rubinstein modeli. Eksponensial model. Braun hərəkətinə əsaslanan modellər. Aksiyaların qiymətlərinin dəyişməsinin həndəsi braun hərəkəti ilə təsviri. Başelye modeli. Blek-Şouls düsturu.

### **7.2. Aktuar riyaziyyatında tətbiqlər**

Ömür müddəti ehtimal xarakteristikaları. Sığorta haqlarının təyin olunması üsulları. İflas ehtimalı üçün Lundberg bərabərsizliyi. Pollaçek-Xinçin-Beekman düsturu.

### **7.3. Kütləvi xidmət nəzəriyyəsində tətbiqlər**

$M|G|I$ ,  $M|M|I$ ,  $M|M|I|\infty$  kütləvi xidmət sistemləri və onların ehtimal xarakteristikalarının hesablanması. Palm funksiyası və Polaçek-Xinçin düsturu. Stasionar ehtimalların təyini üçün cəbri tənliklər sisteminin qurulması və müxtəlif ehtimal xarakteristikalarının tapılması.

## IV BÖLMƏ. TƏDRİS-METODİK VƏ İNFORMASIYA TƏMİNATI

### Əsas ədəbiyyat

1. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.2003, 427 с.
2. Вентцель А.Д. Курс теории случайных процессов. М.: Наука, 1996, 400 с.
3. Гнеденко Б.В. Курс Теория вероятностей. Изд. 6-е, переработанное и дополненное. Москва, 1988, 445 с.
4. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения. Киев, Наукова думка, 1982, 612 с.
5. Gikhman I. I. and Skorokhod A. V. Stochastic Differential Equations. Springer. 1972, 570 p.
6. Rəhimov F.H. Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 275 s.
7. Əliyev R.T. Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika, dərs vəsaiti, Bakı-BDU, 2022, 516 s.
8. Əhmədova H.M. Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika. Dərs vəsaiti, Bakı, 2002, 528 s.
9. Allahverdiyev C.E., Əhmədova H.M., Hacıyev A.H. Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika ensiklopediyası. Bakı, Elm nəşriyyatı, 2010, 1183 s.
10. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. Москва, 1982, 292 с.
11. Feller W. An Introduction to Probability Theory and Its Applications. New York: John Wiley, Volume 1, 1968, 527 p.; Volume 2 1972, 669 p.
12. Карлин С. Основы теории случайных процессов. Москва, Мир, 1971, 536 с.



13. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Теория мартингалов. Москва, Мир, 1986, 512 с.
14. Ширяев А.Н. Вероятность. 2-е издание, переработанное и дополненное. Москва, 1989, 575 с.
15. Gard T.C. Introduction to stochastic differential equations. New York, 1988, 234 p.
16. Gihman I.I., Skorohod A.V. The Theory of Stochastic Processes. III, Toronto, 1979, 350 p.
17. Prasanna Sahoo. Probability theory and mathematical statistics. University of Louisville, Louisville, USA, 2013, 675 p.
18. Ross S. A First Course in Probability. New York: Macmillan, 1988, 530 p.
19. Oliver Knill. Probability and Stochastic Processes with Applications, India, 2011, 381 p.
20. Невё Ж. Математические основы теории вероятностей. Москва. "Мир". 1969, 431 с.
21. Bichteler Klaus. Stochastic Integration With Jumps. Cambridge University Press, 2002, 489 p.
22. Cohen Samuel, Elliott Robert. Stochastic Calculus and Applications (2nd ed.), Birkhaueser, 2015, 689 p.
23. Ikeda N. and Watanabe S. Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes (2nd ed.). North-Holland, 1989, 550 p.
24. Ито К., Маккин Г. Диффузионные процессы и их траектории. М., Мир, 1968, 396 с. (Ito Kiyosi, McKean Henry P.Jr. Diffusion Processes and their Sample Paths, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1974)
25. Asmussen S. Ruin Probabilities. World Scientific, 2000, 384 p.
26. Dickson David C. M. Insurance Risk and Ruin. Cambridge University Press 2005, 230 p.

27. David C. M. Dickson, Mary R. Hardy, Howard R. Waters. Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks. Cambridge University Press, 2009.
28. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Факты и модели. Теория. Том 1,2, Фазис, Москва, 1998.
29. Gross D., Shortle J.F., Thompson J.M. and Harris C.M., Fundamentals of Queueing Theory. John Wiley & Sons Inc., 2008.
30. White J.A. Analysis of Queueing Systems. Elsevier Science, 2012.
31. Sanjay K. Bose. An Introduction to Queueing Systems. Springer US, 2013.

### **Əlavə ədəbiyyat**

1. Bose S. K. An Introduction to Queueing Systems. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York 2002.
2. Денисов Д.В. Актуарная математика. Москва, 2000, 101 с.
3. Зубков А.М., Севастьянов Б.А., Чистяков В.П. Сборник задач по теории вероятностей. Москва, 1989, 319 с.
4. Прохоров А.В., Ушаков В.Г., Ушаков Н.Г. Задачи по теории вероятностей. Москва, 1986, 326 с.
5. Малыхин В.И. Финансовая математика. Москва. Наука. 1999.
6. Фалин Г.И. Математический анализ рисков в страховании. Москва, 1994, 130 с.
7. Фалин Г.И., Фалин А.И. Актуарная математика в задачах, 2-е изд.: Физматлит, Москва, 2003, 192 с.
8. Şahbazov Ə. Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika. Bakı, 1976, 503с.

## V BÖLMƏ. QIYMƏTLƏNDİRMƏ MEYARLARI

### **Metodik göstərişlər**

Doktorantların 1208-“Riyaziyyat” hazırlıq istiqaməti, 1208.01-“Ehtimal nəzəriyyəsi” ixtisas fənni üzrə ali ixtisaslı kadrların hazırlanması üçün fəlsəfə doktoru imtahanı proqramı üzrə attestasiyası şifahi imtahan şəklində aparılır. Doktorantın fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlığı “Ehtimal nəzəriyyəsi” moduluna aid fənlər üzrə mühazirələr və praktiki məşğələlər dövründə, həmçinin auditoriyadankənar saatlarda müstəqil iş çərçivəsində həyata keçirilir.

**Qiymətləndirmə meyarları.** İmtahan zamanı doktorant proqrama daxil edilmiş suallara ətraflı cavab verməlidir. İmtahan komissiyası əlavə suallar da verə bilər. Cavab zamanı doktorant sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:

- Ehtimal nəzəriyyəsinə dair nəzəri biliklər; Ehtimal nəzəriyyəsi elementlərinin tətbiqinə dair praktik və nəzəri biliklər; tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu üsulları, stoxastik analizin elementlərini, təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinin elementlərini, riyazi statistikanın əsas elementlərini bilmək;
- Müxtəlif proseslərin təhlilində ehtimal nəzəriyyəsi metodlarının tətbiqi; tətbiqi məsələlərdə ehtimal nəzəriyyəsinin nəzəri əsaslarından istifadə edilməsini bacarmaq;
- Baxılan sahədə yaranmış mövcud elmi-metodoloji yanaşmaları təhlil etmək, ehtimal nəzəriyyəsinə dair tədqiqatların metodologiyasının bu və ya digər məsələləri barədə şəxsi nöqteyi-nəzərini ifadə etmək və əsaslandırmaq qabiliyyəti.

Cavabın tamlığı təhsilin planlaşdırılan nəticələrinin qiymətləndirilməsi göstəricilərinə əsasən təyin edilir.

Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanını qəbul edən imtahan komissiyasının üzvləri (qapalı iclasda açıq səsvermə yolu ilə) **aşağıdakı meyarları rəhbər tutaraq** imtahan verən şəxsin hər bir suala cavabını biliklərin qiymətləndirilməsi üçün beş ballıq sistem əsasında **5 (“əla”), 4 (“yaxşı”), 3 (“kafi”) və ya 2 (“qeyri-kafi”)** kimi qiymətləndirirlər. Mübahisəli vəziyyət yaranan halda imtahan komissiyasının Sədri həlledici səsə malikdir.

| <b>Ballar</b>    | <b>Qiymətləndirmənin meyarları</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>         | <b>2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>5 (əla)</b>   | Doktorant anlayışlar aparatını dərinləndən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu tam açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında dərin biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusunə və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla hərtərəfli tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır. |
| <b>4 (yaxşı)</b> | Doktorant zəruri anlayışlar aparatını mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla kifayət qədər tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>3 (kafi)</b>       | Doktorant zəruri anlayışlar aparatını qismən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu əsasən açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla yarımçıq tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri lazımınca qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır. |
| <b>2 (qeyri-kafi)</b> | Doktorant sualın məzmununu kifayət qədər açıqlamır və anlayışlar aparatını mənimsədiyini nümayiş etdirə bilmir. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı, ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında minimum biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla minimum tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli                                                                                                 |

|  |                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------|
|  | mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır. |
|--|------------------------------------------------------------------------|

## VI BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ SUALLARI (NÜMUNƏ)

1. Diskret elementar hadisələr fəzasında ehtimalın təyini. Klassik sxem.
2. Ehtimal nəzəriyyəsinin Kolmoqorov aksiomları. Ehtimalın əsas xassələri.
3. Şərti ehtimal. Tam ehtimal və Bayes düsturları.
4. Hadisələrin asılı olmazlığı.
5. Asılı olmayan sınaqlar ardıcılığı. Bernulli sxemi.
6. Bernulli sxemi üçün limit teoremləri (Muavr-Laplasın lokal və integral teoremləri).
7. Bernulli sxemi üçün Puasson teoremi.
8. Polinomial sxem.
9. Təsadüfi kəmiyyət anlayışı. Təsadüfi kəmiyyətin paylanma qanunu. Paylanma funksiyası və onun əsas xassələri.
10. Əsas diskret paylanmalar.
11. Paylanmanın sıxlıq funksiyası və onun xassələri. Əsas mütləq kəsilməz paylanmalar.
12. Sinqulyar paylanma anlayışı. Levi teoremi.
13. Təsadüfi vektor anlayışı. Çoxölçülü paylanma funksiyası və onun xassələri. Təsadüfi kəmiyyətlərin asılı olmazlığı.
14. Şərti paylanma.
15. Təsadüfi kəmiyyətdən asılı funksiya və onun paylanması.
16. Asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətlərin cəminin, hasilinin və nisbətinin paylanması.
17. Riyazi gözləmə, dispersiya və onların tətbiqləri.
18. Yüksək tərtib momentlər.
19. Kovariasiya və korrelyasiya əmsalı.
20. Markov və Çebişev bərabərsizlikləri.
21. İensen bərabərsizliyi.
22. Lyapunov bərabərsizliyi

23. Koşi-Bunyakovski bərabərsizliyi.
24. Şerti riyazi gözləmə və onun xassələri.
25.  $\sigma$ -cəbrə nəzərən şerti riyazi gözləmə. Radon-Nikodim teoremi.
26. Gələcəkdən asılı olmayan təsadüfi kəmiyyət və onun riyazi gözləməsi.
27. Təsadüfi cəmlərin riyazi gözləməsi. Kolmoqorov-Proxorov teoremi.
28. Riyazi gözləmə və dispersiya üçün Vald eynilikləri.
29. Doğuran funksiya və onun xassələri.
30. Xarakteristik funksiya və onun xassələri.
31. Xarakteristik funksiyalar haqqında teoremlər.
32. Yığılma növləri və onlar arasında əlaqələr.
33. Böyük ədədlər qanunu.
34. Gücləndirilmiş böyük ədədlər qanunu.
35. Mərkəzi limit teoremi (eyni paylanmaya malik təsadüfi kəmiyyətlər üçün).
36. Mərkəzi limit teoremi üçün Lindeberq və Lyapunov şərtləri və onların müqayisəsi.
37. Dayanıqlı paylanmalar.
38. Sonsuz bölünən paylanmalar.
39. Borel-Kantelli lemması.
40. Kolmoqorovun 0 və ya 1 qanunu.
41. Təsadüfi sıraların yığılması. Kolmoqorov-Xinçin teoremi.
42. Kolmoqorovun iki sıra haqqında teoremləri.
43. Kolmoqorovun üç sıra haqqında teoremləri.
44. Təsadüfi proses və onun sonlu ölçülü paylanmaları.
45. Təsadüfi proseslərin kovariasiya və korrelyasiya funksiyaları və onların xassələri.
46. Təsadüfi proseslərin stoxastik ekvivalentliyi. Təsadüfi prosesin stoxastik kəsilməzliyi.
47. Təsadüfi prosesin orta kvadratik mənada kəsilməzliyi və



differentiaslanması.

48. Təsadüfi prosesin orta kvadratik mənada inteqralllanması.
49. Artımları asılı olmayan proses və ona aid misallar.
50. Puasson prosesi və onun əsas ehtimal xarakteristikaları.
51. Viner prosesi və onun əsas ehtimal xarakteristikaları.
52. Viner prosesi üçün təkrar loqarifm qanunu.
53. Dar və geniş mənada stasionar təsadüfi proseslər.
54. Bərpa prosesi. Bərpa funksiyası üçün asimptotik ayrılışlar.
55. Bərpa prosesi üçün böyük ədədlər qanunu.
56. Bərpa prosesi üçün mərkəzi limit teoremi.
57. Təsadüfi dolaşma və onun xarakteristikaları.
58. Təsadüfi dolaşmalar üçün faktorizasiya eynilikləri.
59. Təsadüfi dolaşmalar üçün Pollaçek-Spitzer eyniliyi.
60. Təsadüfi dolaşmalar üçün Arksinus qanunu.
61. Markov zəncir anlayışı. Markov zəncirlərinin vəziyyətlərinin təsnifatı.
62. Kolmoqorov-Çepmen tənliyi.
63. Markov zəncirləri üçün erqodik teorem.
64. Markov və ciddi Markov xassələri. Markov momenti anlayışı.
65. Kəsilməz zamanlı Markov prosesi.
66. Şaxələnən proseslər.
67. Martinqal, semi-martinqal və supermartinqal anlayışları.
68. Martinqallarla bağlı bərabərsizliklər.
69. Stoxastik ölçü və stoxastik inteqrallar anlayışı.
70. İto inteqralı. İto düsturu.
71. Stoxastik differensial tənliklər üçün varlıq və yeganəlik teoremi.
72. Koks-Ross-Rubinşteyn modeli.
73. Blek-Şouls düsturu.
74. Ömür müddəti ehtimal xarakteristikaları.
75. Sığorta haqlarının təyin olunması üsulları.
76. İflas ehtimalı üçün Lundberq bərabərsizliyi.

77. Pollaçek-Xinçin-Beekman düsturu.
78. İflas ehtimalı üçün Lundberq bərabərsizliyi.
79. Pollaçek-Xinçin-Beekman düsturu.
80.  $M|G|I$ ,  $M|M|I$ ,  $M|M|I|^\infty$  kütləvi xidmət sistemlərinin müqayisəsi.