

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**



**01.01.02. – DIFFERENSIAL TENGLAMALAR VA MATEMATIK**  
**FIZIKA**

**ixtisosligi bo'yicha tayanch doktoranturaga kiruvchilar uchun**  
**mutaxassislik fanlaridan kirish imtihoni**

**DASTURI**

**Namangan – 2024**

Tuzuvchi (lar): PhD, F. Dexqonov

f.-m.f.n., dots. Yu. Toshmirzayev

Taqrizchilar: PhD., M. Xorilov

Dastur Namangan davlat universiteti Matematik analiz kafedrasining 2022-yil \_\_\_\_ - \_\_\_\_ dagi \_\_\_\_ - sonli yig'ilishida muhokamadan o'tgan va tasdiqqa tavsiya etilgan.

Matematika kafedrası mudiri

N. Xatamov

Kelishildi:

Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy

pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i

O.N.Imomov

## Kirish

Ushbu dastur 01.01.02. – Differensial tenglamalar va matematik fizika ixtisosligi bo'yicha tayanch doktoranturaga kiruvchi talabgorlar uchun mo'ljallangan bo'lib, oliy ta'limning Davlat ta'lim standartlari talablari asosida tuzilgan.

Dasturda bakalavriatning 5130100-Matematika yo'nalishi va 5A130101-Matematika (Differensial tenglamalar va matematik fizika) magistratura mutaxassisligi o'quv rejalarining mutaxassislik fanlari blokida qayd etilgan fanlarning o'quv dasturlari asosida talabgorlar e'tibor qaratishi zarur bo'lgan talablar berilgan. Shuningdek, ushbu fanlar doirasida asosiy tushunchalar, atamalar va fanning asosiy mazmunini jamlagan mavzular tartiblangan. Xususan, differensial tenglamalar nazariyasining asosiy tushunchalari, yechimni topishning oddiy usullari, tekislikda va fazoda yo'nalishlar maydoni, izoklina, integral egri chiziqlar, tenglamaning tartibini pasaytirishning usullari, berilgan egri chiziqlar asosida differensial tenglamalar tuzish, izoklina, o'zgaruvchilari ajralgan va unga keltiriladigan differensial tenglamalar, bir jinsli va unga keltiriladigan differensial tenglamalar, umumlashgan bir jinsli tenglamalar, differensial tenglamalar sistemasining normal ko'rinishi va vektorlar orqali yozilishi, yechimning mavjudligi va yagonaligi, yechimning davomi, yechimning boshlang'ich shartlar va tenglamaning o'ng tomoniga uzluksiz bog'liqligi, hosilaga nisbatan yechilmagan differensial tenglamalar, chiziqli differensial tenglamalar, o'zgarmasni variatsiyalash usuli, Bernulli va Rikkati tenglamalari, to'la differensial tenglamalar, integrallovchi ko'paytuvchini topish, yechimning mavjudligi va yagonaligi, hosilaga nisbatan echilmagan birinchi tartibli tenglamalarni integrallash usullari, parametr kiritish yo'li bilan tenglamalarni integrallash, Lagranj va Klero tenglamalari. Birinchi tartibli turli tenglamalar, yuqori tartibli differensial tenglamalarning tartibini pasaytirish, yuqori tartibli bir jinsli differensial tenglamalar, o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lgan tenglamalar sistemasi, o'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan o'zgarmas koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar va ularni xususiy yechimini topish, Eyler tenglamasi, chiziqli bog'liq va chiziqli erkli funksiyalar, o'zgaruvchi koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar, Kovalevskiy tipidagi xususiy hosilali tenglamalar sistemasi, analitik yechim, Koshi-Kovalevskiy teoremasi, korrekt qo'yilgan Koshi masalasi, Adamar misoli, tekislikda ikkinchi tartibli chiziqli tenglamalar klassifikatsiyasi, xarakteristikalar, to'lqin tenglamasi uchun Koshi masalasi, yagonalik teoremasi, yechim formulasi va uning tadqiqi, yechimning xossalari (xarakteristik konus, to'lqin tarqalishi tezligining to'lqinning old va orqa fronti xarakteri, va h.k.), giperbolik tenglama uchun aralash masala, umumlashgan yechim chegaralanganligi tushunchasi, Fure usuli, Shturm-Liuvill



masalasi, ikkinchi tartibli elliptik tenglama uchun chegaraviy masalani yechishning variatsion usuli, Rits usuli, xos qiymat haqidagi masala, xos funksiyalar bo'yicha qatorga yoyish, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun Koshi masalasi va boshlang'ich-chegaraviy masalalar, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun maksimum prinsipi, Koshi masalasi, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining fundamental yechim, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun aralash masalani yechishning Fure usuli kabi ilmiy va amaliy ahamiyatga ega mavzular o'rin olgan.

#### **Dasturning maqsadi va vazifalari:**

01.01.02. – Differensial tenglamalar va matematik fizika ixtisosligi bo'yicha tayanch doktoranturaga kiruvchi talabgorlarning bilim darajasini sinovdan o'tkazish uchun asos sifatida olingan fanlar, ular mazmuni, umumiy savolnoma hamda baholash mezonlarini taqdim etishni ko'zda tutadi.

#### **Asosiy qism.**

### **MUTAXASSISLIK FANLARI BO'YICHA TALABGORLAR BILIMIGA QO'YILADIGAN TALABLAR UCHUN ASOS BO'LGAN FANLAR VA MAVZULAR**

#### **01.01.02. – “DIFFERENSIAL TENGLAMALAR VA MATEMATIK FIZIKA” IXTISOSLIGI BO'YICHA YOZMA IMTIHON MAVZULARI**

##### **1-mavzu. Differensial tenglamalar va ularning yechimlari**

Differensial tenglamalar nazariyasining asosiy tushunchalari. Echimni topishning oddiy usullari. Tekislikda va fazoda yo'nalishlar maydoni. Izoklina. Integral egri chiziqlar. Tenglamaning tartibini pasaytirishning usullari. Berilgan egri chiziqlar asosida differensial tenglamalar tuzish. Izoklina. O'zgaruvchilari ajralgan va unga keltiriladigan differensial tenglamalar. Bir jinsli va unga keltiriladigan differensial tenglamalar. Umumlashgan bir jinsli tenglamalar.

##### **2-mavzu. Yechimning mavjudligi va uning umumiy xossalari**

Differensial tenglamalar sistemasining normal ko'rinishi va vektorlar orqali yozilishi. Yechimning mavjudligi va yagonaligi. Yechimning davomi. Yechimning boshlang'ich shartlar va tenglamaning o'ng tomoniga uzluksiz bog'liqligi. Hosilaga nisbatan yechilmagan differensial tenglamalar.

##### **3-mavzu. Chiziqli differensial tenglamalar**

Chiziqli differensial tenglamalar. O'zgarmasni variatsiyalash usuli. Bernulli va Rikkati tenglamalari. To'la differensial tenglamalar. Integrallovchi ko'paytuvchini topish. Yechimning mavjudligi va yagonaligi. Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli tenglamalarni integrallash usullari. Parametr kiritish yo'li bilan tenglamalarni integrallash. Lagranj va Klero tenglamalari. Birinchi tartibli turli tenglamalar. Yuqori tartibli differensial tenglamalarning tartibini pasaytirish. Yuqori tartibli bir jinsli differensial tenglamalar. O'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lgan tenglamalar sistemasi. O'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan o'zgarmas koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar va ularni xususiy yechimini topish. Eyler tenglamasi. Chiziqli bog'liq va chiziqli erkli funksiyalar. O'zgaruvchi koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar.

##### **4-mavzu. $n$ – tartibli chiziqli differensial tenglamalar**

$n$  – tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning umumiy xossalari. Umumiy echimning xossalari. Mavjudlik va yagonalik teoremlari. Echimning umumiy xossalari. Chiziqli erkli funksiyalar. Vronskiy determinanti va uning xossalari. Yechimning fundamental sistemasi. Ostrogradskiy – Liuvill formulasi. Bir jinsli bo'lmagan chiziqli tenglamalar. O'zgarmasni variatsiyalash usuli. Ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama ko'rinishini soddalashtirish. Yechimlarining nollari. Grin funksiyasi. Xos sonlar va xos funksiyalar.

##### **5 – mavzu. Differensial tenglamalar sistemasi**

Oddiy differensial tenglamalarning normal sistemasini yuqori tartibli differensial tenglamaga keltirish usulida echish. Normal sistema echimining boshlang'ich berilganlarga va parametrlarga uzluksiz bog'liqligi va differensiallanuvchanligi. Chiziqli o'zgarmas koeffitsientli bir jinsli sistemalarni integrallash. Eksponensial matritsani hisoblash. O'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan chiziqli o'zgarmas koeffitsientli differensial tenglamalar sistemasini echish. Chiziqli bir jinsli bo'lmagan sistemalarni o'zgarmasni variatsiyalash usulida echish. Koshi formulasi.

##### **6-mavzu. Avtonom sistemalar va turg'unlik**

Avtonom sistemalar. Turg'unlik tushunchasi. Lyapunov funksiyasi yordamida turg'unlikka tekshirish. Birinchi yaqinlashish bo'yicha turg'unlik. Maxsus nuqtalar.

##### **7-mavzu. Xususiy hosilali differensial tenglamalar**



Xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning klassifikatsiyasi. Ikkinchi tartibli ikki o'zgaruvchili xususiy hosilali differensial tenglamalarni klassifikatsiyasi va kanonik ko'rinishlari. Matematik fizikaning asosiy tenglamalarini keltirib chiqarish. Matematik fizika tenglamalari uchun asosiy masalalarni qo'yilishi.

#### 8-mavzu. Giperbolik tipdagi tenglamalar

To'lqin tenglamasi uchun chegaraviy masalalar echimining yagonaligi. Koshi masalasi. D'alamber formulasi. Koshi masalasi echimini beradigan formulalar va ularni tekshirish. Bir jinsli bo'lmagan to'lqin tenglamasi. Gursa masalasi. Ketma-ket yaqinlashish usuli. Riman usuli. Aralash masalalar. Tor tebranish tenglamasi uchun asosiy aralash masalani Fure usuli bilan echish. Xos sonlar xos funksiyalar. Masala echimining yagonaligi. Bir jinsli bo'lmagan tor tenglamasi.

#### 9-mavzu. Parabolik tipdagi tenglamalar

Issqlik tarqalish tenglamasi. Ekstremum prinsipi. Birinchi chegaraviy masala echimini yagonaligi va turg'unligi. Bir o'lchovli issqlik tarqali tenglamasi uchun birinchi chegaraviy masalani Fure usuli bilan echish. Bir jinsli tenglama bo'lgan hol va bir jinsli tenglama bo'lmagan hol. Fundamental echim. Koshi masalasi echimining mavjudligi.

#### 10-mavzu. Elliptik tipdagi tenglamalar

Elliptik tipdagi tenglamalar. Laplas va Puasson tenglamalari. Chegaraviy masalalarni qo'yilishi. Garmonik funksiyalar. Laplas tenglamasining fundamental echimi. Grin formulalari. Kelvin almashtirishi.  $S^2$  sinf funksiyalari va gapmonik funksiyalarning integral ifodasi. O'rta qiymat haqidagi teorema. Ekstremum prinsipi. Laplas tenglamasi uchun Dirixle va Neyman masalalari echimlarining yagonaligi. Dirixle masalasining Grin funksiyasi va uni xossalari. Dirixle masalasini shar uchun echilishi. Sharning tashqarisi uchun Dirixle masalasi. Doira uchun Dirixle masalasini Fure usuli bilan yechish. Puasson integrali.

#### 11-mavzu. Integral tenglamalar va to'la uzluksiz operatorli chiziqli operatorli tenglamalar nazariyasi

Ikkinchi tur integral tenglamalar uchun Fredgolm teoremlari. Gilbert-SHmidt teoremlari va uning natijalari. Volter integral tenglamasi. Ketma-ket yaqinlashish usuli. Birinchi tur Volterra integral tenglamasi. Abel integral tenglamasi. Matematik fizikaning chegaraviy masalasini integral tenglamalar yordamida yechish, potentsiallar nazariyasi.

#### Talabgorlar uchun umumiy savollar

1. Differensial tenglamalar nazariyasining asosiy tushunchalari. Yechimni topishning oddiy usullari.
2. Tekislikda va fazoda yo'nalishlar maydoni. Izoklina.
3. Integral egri chiziqlar.
4. Tenglamaning tartibini pasaytirishning usullari.
5. Berilgan egri chiziqlar asosida differensial tenglamalar tuzish. Izoklina.
6. O'zgaruvchilari ajralgan va unga keltiriladigan differensial tenglamalar.
7. Bir jinsli va unga keltiriladigan differensial tenglamalar.
8. Umumlashgan bir jinsli tenglamalar.
9. Differensial tenglamalar sistemasining normal ko'rinishi va vektorlar orqali yozilishi.
10. Yechimning mavjudligi va yagonaligi. Yechimning davomi.
11. Yechimning boshlang'ich shartlar va tenglamaning o'ng tomoniga uzluksiz bog'liqligi.
12. Hosilaga nisbatan echilmagan differensial tenglamalar.
13. Chiziqli differensial tenglamalar.
14. O'zgarmasni variatsiyalash usuli.
15. Bernulli va Rikatti tenglamalari.
16. To'la differensial tenglamalar.
17. Integrallovchi ko'paytuvchini topish.
18. Yechimning mavjudligi va yagonaligi.
19. Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli tenglamalarni integrallash usullari.
20. Parametr kiritish yo'li bilan tenglamalarni integrallash.
21. Lagranj va Klero tenglamalari.
22. Birinchi tartibli turli tenglamalar.
23. Yuqori tartibli differensial tenglamalarning tartibini pasaytirish.
24. Yuqori tartibli bir jinsli differensial tenglamalar.
25. O'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lgan tenglamalar sistemasini.
26. O'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan o'zgarmas koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar va ularni xususiy echimini topish.
27. Eyler tenglamasi.
28. Chiziqli bog'liq va chiziqli erkin funksiyalar.
29. O'zgaruvchi koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar.
30.  $n$  - tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning umumiy xossalari.
31. Umumiy echimning xossalari.
32. Mavjudlik va yagonalik teoremlari. Yechimning umumiy xossalari. Chiziqli erkin funksiyalar.
33. Vronskiy determinanti va uning xossalari.
34. Yechimning fundamental sistemasini.
35. Ostrogradskiy - Luivill formulasi.
36. Bir jinsli bo'lmagan chiziqli tenglamalar. O'zgarmasni variatsiyalash usuli.



37. Ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama ko'rinishini soddalashtirish.
38. Yechimlarining nollari.
39. Grin funksiyasi.
40. Xos sonlar va xos funksiyalar.
41. Oddiy differensial tenglamalarning normal sistemasini yuqori tartibli differensial tenglamaga keltirish usulida yechish.
42. Normal sistema echimining boshlang'ich berilganlarga va parametrlarga uzluksiz bog'liqligi va differensiallanuvchanligi.
43. Chiziqli o'zgarmas koeffitsientli bir jinsli sistemalarni integrallash. Ekspontensial matritsani hisoblash.
44. O'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan chiziqli o'zgarmas koeffitsientli differensial tenglamalar sistemasini echish.
45. Chiziqli bir jinsli bo'lmagan sistemalarni o'zgarmasni variatsiyalash usulida yechish. Koshi formulasi
46. Avtonom sistemalar.
47. Turg'unlik tushunchasi.
48. Lyapunov funksiyasi yordamida turg'unlikka tekshirish.
49. Birinchi yaqinlashish bo'yicha turg'unlik.
50. Maxsus nuqtalar.
51. Xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning klassifikatsiyasi.
52. Ikkinchi tartibli ikki o'zgaruvchili xususiy hosilali differensial tenglamalarni klassifikatsiyasi va kanonik ko'rinishlari.
53. Matematik fizikaning asosiy tenglamalarin keltirib chiqarish.
54. Matematik fizika tenglamalari uchun asosiy masalalarni qo'yilishi
55. To'lqin tenglamasi uchun chegaraviy masalalar echimining yagonaligi.
56. Koshi masalasi. Dalamber formulasi.
57. Koshi masalasi yechimini beradigan formulalar va ularni tekshirish.
58. Bir jinsli bo'lmagan to'lqin tenglamasi.
59. Gursa masalasi.
60. Ketma-ket yaqinlashish usuli.
61. Riman usuli.
62. Aralash masalalar.
63. Tor tebranish tenglamasi uchun asosiy aralash masalani Fure usuli bilan yechish.
64. Xos sonlar xos funksiyalar.
65. Masala yechimining yagonaligi.
66. Bir jinsli bo'lmagan tor tenglamasi.
67. Issiqlik tarqalish tenglamasi.
68. Ekstremum prinsipi.
69. Birinchi chegaraviy masala echimini yagonaligi va turg'unligi.
70. Bir o'lchovli issiqlik tarqali tenglamasi uchun birinchi chegaraviy masalani Fure usuli bilan yechish.
71. Bir jinsli tenglama bo'lgan hol va bir jinsli tenglama bo'lmagan hol.
72. Fundamental yechim.
73. Koshi masalasi echimining mavjudligi

74. Elliptik tipdagi tenglamalar.
75. Laplas va Puasson tenglamalari.
76. Chegaraviy masalalarni qo'yilishi.
77. Garmonik funksiyalar.
78. Laplas tenglamasining fundamental yechimi.
79. Grin formulalari.
80. Kelvin almashtirishi.
81.  $C^2$  sinf funksiyalari va garmonik funksiyalarning integral ifodasi.
82. O'rta qiymat haqidagi teorema.
83. Ekstremum prinsipi.
84. Laplas tenglamasi uchun Dirixle va Neyman masalalari echimlarining yagonaligi.
85. Dirixle masalasining Grin funksiyasi va uni xossalari.
86. Dirixle masalasini shar uchun echilishi.
87. Sharning tashqarisi uchun Dirixle masalasi.
88. Doira uchun Dirixle masalasini Fure usuli bilan yechish.
89. Puasson integrali.
90. Oddiy differensial tenglamalar sistemi uchun Koshi masalasi yechimining mavjudlik va yagonalik teoremlari.
91. Koshi masalasi yechimining tenglamalar sistemasining o'ng tomonidagi parametrlar va boshlang'ich berilganlarga nisbatan silliqiligi. Echimni davom ettirish.
92. Chiziqli tenglamalar va ular sistemasining umumiy nazariyasi (yechimning mavjudlik sohasi, Koshining fundamental matritsasi, Liuvill-Ostrogradskiy formulasi, o'zgarmaslarni variatsiyalash usuli va h.k.)
93. Avtonom tenglamalar sistemi.
94. Muvozanat holati. Limitik sikl.
95. Lyapunov ma'nosida turg'unlik.
96. Birinchi yaqinlashish bo'yicha muvozanat holati haqida Lyapunov teoremasi.
97. Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli va kvazichiziqli differensial tenglamalar. Xarakteristikalar.
98. Koshi masalasi. Gamilton-Yakobi nazariyasi.
99. Kovalevskiy tipidagi xususiy hosilali tenglamalar sistemi. Analitik yechim.
100. Koshi-Kovalevskiy teoremasi.
101. Korrekt qo'yilgan Koshi masalasi. Adamar misoli.
102. Tekislikda ikkinchi tartibli chiziqli tenglamalar klassifikatsiyasi. Xarakteristikalar.
103. To'lqin tenglamasi uchun Koshi masalasi.
104. Yagonalik teoremasi. Echim formulasi va uning tadqiqi.



105. Yechimning xossalari (xarakteristik konus, to'liq tarqalishi tezligining to'liqning old va orqa fronti xarakteri, va h.k.).
106. Giperbolik tenglama uchun aralash masala.
107. Umumlashgan yechim chegaralanganligi tushunchasi.
108. Fure usuli.
109. Shturm-Liuvill masalasi.
110. Laplas tenglamasi.
111. Grin formulalari.
112. Ikkinchi tur integral tenglamalar uchun Fredgoln teoremlari.
113. Gilbert-Shmidt teoremlari va uning natijalari.
114. Volter integral tenglamasi.
115. Ketama-ket yaqinlashish usuli.
116. Birinchi tur Volter integral tenglamasi.
117. Abel integral tenglamasi.
118. Matematik fizikaning chegaraviy masalasini integral tenglamalar yordamida yechish.
119. Potensiallar nazariyasi.
120. Laplas tenglamasi uchun Dirixle masalasining Grin funksiyasi. Grin funksiyaga misollar.
121. Shar uchun Dirixle masalasini echish.
122. Oddiy va ikkilangan qatlam potentsiallari.
123. Nyuton potentsiali.
124. Umumiy sohalar uchun Dirixle masalasining echimi (potensiallar usuli yoki variatsion usul).
125. Neyman masalasi.
126. Puasson tenglamasi uchun Dirixle va Neyman masalalari.
127. Dirixle va Neyman masalalarini echish usullari.
128. Yechimning xossalari (maksimum prinsipi, sillqlik, o'rt qiyamat haqida teorema va h.k.).
129. Ikkinchi tartibli elliptik tenglama uchun chegaraviy masalani yechishning variatsion usuli.
130. Rits usuli.
131. Xos qiyamat haqidagi masala. Xos funksiyalar bo'yicha qatorga yoyish.
132. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun Koshi masalasi va boshlang'ich-chegaraviy masalalar.
133. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun maksimum prinsipi. Koshi masalasi.
134. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining fundamental yechim.
135. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun aralash masalani yechishning Fure usuli.
136. Umumlashgan funksiyalar. Fure almashtirishi.
137. Umumlashgan funksiyalarning o'ramasi.
138. Sust o'suvchi umumlashgan funksiyalar.
139. Sust o'suvchi umumlashgan funksiyalarning Fure almashtirishi.

140. Chiziqli differensial operatorlarning fundamental yechimi.
141. Sobolevning  $W_m^p$  fazosi.
142. Joylashtirish teoremlari.
143.  $W_m^p$  dan olingan funksiyalarning soha chegarasidagi izi.
144. Ikkinchi tartibli elliptik tenglama uchun chegaraviy masalalarning umumlashgan yechimi.
145. Xos qiyamat va xos funksiyalar haqidagi masalalar.
146. To'liq tenglamasi uchun asosiy aralash masalalar.
147. Aralash masalani echish uchun Fure usuli.
148. Ikkinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalarning klassifikatsiyasi va kanonik ko'rinishi.
149. Ikkinchi tartibli ikki o'zgaruvchili differensial tenglamalarni kanonik ko'rinishga keltirish.
150. Xususiy hosilali tenglamalar uchun asosiy masalalarning qo'yilishi.
151. Tor tebranish tenglamasi uchun birinchi aralash masalani Fur'e usuli bilan yechish. Xos sonlar va xos funksiyalar. Masala echimining yagonaligi.
152. Bir jinsli bo'lmagan tenglama. To'g'ri turtburchakli membrana tebranish tenglamasi uchun aralash masalani yechish.
153. Birinchi chegaraviy masala echimining yagonaligi. Koshi masalasi va uning echimini yagonaligi va turg'unligi.
154. Fundamental yechim. Koshi masalasi echimining mavjudligi. Bir jinsli bo'lmagan tenglama uchun Koshi masalasi.
155. Bir o'Ichovli issiqlik tarqalish tenglamasi uchun birinchi chegaraviy masalani Fu're usuli bilan yechish.
156. Bir jinsli tenglama bo'lgan hol va bir jinsli tenglama bo'lmagan hol. Koshi masalasini Fur'e usuli bilan yechish.
157. Trikom tenglamasining berilishi va ordinata manfiy bolganda yechimni tekshirish.
158. Trikom tenglamasining berilishi va ordinata musbat yechimni tekshirish.
159. Elleptiko-giperbolik tipdagi aralash tenglama.
160. Trikom masalasining echimini mavjudligi.
161. Parabola-giperbolik tipdagi aralash tenglama.
162. Parabola-giperbolik tipdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalalar.
163. Chiziqli bog'liq va chiziqli erkli funksiyalar.
164. O'zgaruvchi koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar.
165.  $n$ -tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning umumiy xossalari.
166. Umumiy echimning xossalari.
167. Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Yechimning umumiy xossalari. Chiziqli erkli funksiyalar.
168. Vronskiy determinanti va uning xossalari.
169. Yechimning fundamental sistemasi.
170. Ostrogradskiy - Liuvill formulasi.
171. Bir jinsli bo'lmagan chiziqli tenglamalar.



172. O'zgarasni variatsiyalash usuli.
173. Ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama ko'rinishini soddalashtirish.
174. Yechimlarining nollari.
175. Grin funksiyasi.
176. Xos sonlar va xos funksiyalar.
177. Oddiy differensial tenglamalarning normal sistemasini yuqori tartibli differensial tenglamaga keltirish usulida yechish.
178. Normal sistema yechimining boshlang'ich berilganlarga parametrlarga uzluksiz bog'liqligi.
179. Chiziqli o'zgaras koeffitsientli bir jinsli sistemalarni integrallash.
180. O'ng tomoni maxsus ko'rinishda bo'lgan chiziqli o'zgaras koeffitsientli differensial tenglamalar sistemasini yechish.
181. Chiziqli bir jinsli bo'lmagan sistemalarni o'zgarasni variatsiyalash usulida echish. Koshi formulasi
182. Normal sistema echimining differensiallanuvchanligi.
183. Koshi masalasi echimining mavjudligi
184. Elliptik tipdagi tenglamalar.
185. Laplas tenglamalari.
186. Puasson tenglamalari
187. Chegaraviy masalalarni qo'yilishi.
188. Garmonik funksiyalar.
189. Laplas tenglamasining fundamental yechimi.
190. Grin formulalari.
191. Laplas tenglamasi uchun Dirixle masalalari echimlarining yagonaligi.
192. Laplas tenglamasi uchun Neyman masalalari echimlarining yagonaligi.
193. Dirixle masalasining Grin funksiyasi va uni xossalari.
194. Dirixle masalasini shar uchun echilishi.
195. Sharning tashqarisi uchun Dirixle masalasi.
196. Doira uchun Dirixle masalasini Fure usuli bilan yechish.
197. Puasson integrali.
198. Differensial tenglamalar sistemi uchun Koshi masalasi. Yechimining mavjudlik va yagonalik teoremlari.
199. Differensial tenglamalar sistemi uchun yechimining mavjudlik teoremlari.
200. Differensial tenglamalar sistemi uchun yechimining mavjudlik va yagonalik teoremlari.
201. Differensial tenglamalar sistemi uchun yechimining yagonalik teoremlari.
202. Koshi masalasi echimining tenglamalar sistemasining o'ng tomonidagi parametrlar va boshlang'ich berilganlarga nisbatan silliqiligi.
203. Yechimni davom ettirish.

203. Yechimni davom ettirish.
204. Chiziqli tenglamalar va ular sistemasining umumiy nazariyasi (yechimning mavjudlik sohasi, Koshining fundamental matritsasi, Liuvill-Ostrogradskiy formulasi, o'zgaraslarni variatsiyalash usuli va h.k.)
205. Koshi masalasi yechimining tenglamalar sistemasining o'ng tomonidagi parametrlarga nisbatan silliqiligi.
206. Chiziqli tenglamalar va ular sistemasining umumiy nazariyasi.
207. Gamilton-Yakobi nazariyasi.
208. Kovalevskiy tipdagi xususiy hosilali tenglamalar sistemi. Analitik echim.
209. Koshi-Kovalevskiy teoremasi.
210. Korrekt qo'yilgan Koshi masalasi. Adamar misoli.
211. Tekislikda ikkinchi tartibli chiziqli tenglamalar klassifikatsiyasi. Xarakteristikalar.
212. To'liq tenglamasi uchun Koshi masalasi.
213. Yagonalik teoremasi. Yechim formulasi va uning tadqiqi.
214. Yechimning xossalari (xarakteristik konus, to'liq tarqalishi tezligining to'liqning old va orqa fronti xarakteri, va h.k.).
215. Giperbolik tenglama uchun aralash masala.
216. Umumlashgan yechim chegaralanganligi tushunchasi.
217. Fure usuli.
218. Shturm-Liuvill masalasi.
219. Laplas tenglamasi.
220. Ikkinchi tur integral tenglamalar.
221. Fredgolm teoremlari.
222. Ikkinchi tartibli elliptik tenglama uchun chegaraviy masalani echishning variatsion usuli.
223. Rits usuli.
224. Xos qiymat haqidagi masala.
225. Xos funksiyalar bo'yicha qatorga yoyish.
226. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun Koshi masalasi.
227. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun boshlang'ich masalalar.
228. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun maksimum prinsipi.
229. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining fundamental yechim.
230. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun aralash masalani yechish usuli.

#### Yozma ishlarni baholash mezonlari

01.01.02. – Differensial tenglamalar va matematik fizika ixtisosligi bo'yicha tayanch doktoranturaga nomzodlarni kirish sinovi mavjud o'quv dasturi asosida tuzilgan variantlar savollariga yozma ravishda javob qaytarish tarzida amalga oshiriladi.



Talabgorlar uchun taqdim etiladigan yozma ish variantlari 4 ta savoldan iborat bo'lib, har bir savolga berilgan javoblar "0" balidan "25" balgacha baholanadi. Yozma ish sinovida talabgorlar uchun har bir savolga berilgan ballar yig'indisi asosida, jami 100,0 ball to'plash imkoniyati beriladi.

Yozshma ish variantidagi har bir savolga taqdim etilgan javoblar quyidagi mezonlar asosida baholanadi:

1. Savolning mazmuni hozirgi zamon fan-texnika taraqqiyoti, fandagi yangiliklar va ilmiy manbalar bilan bog'liq holda aniq yoritilgan, mazmun-mohiyati to'liq ochib berilgan, javoblarda mantiqan yaxlitlikka erishilgan, umumiy xulosalar chiqarilgan hamda imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilmagan bo'lsa – 22–25 ball.

2. Savolning mazmuni hozirgi zamon fan-texnika taraqqiyoti, fandagi yangiliklar va ilmiy manbalar bilan bog'liq holda aniq yoritilgan, mazmun-mohiyati to'liq ochib berilgan hamda imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilmagan bo'lsa – 18–21 ball.

3. Savolning mazmuni hozirgi zamon fan-texnika taraqqiyoti, fandagi yangiliklar va ilmiy manbalar bilan bog'liq holda aniq yoritilgan, mazmun-mohiyati to'liq ochib berilmagan, ayrim noaniqliklarga yo'l qo'yilgan hamda imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilmagan bo'lsa – 14–17 ball.

4. Savolning mazmuni hozirgi zamon fan-texnika taraqqiyoti, fandagi yangiliklar va ilmiy manbalar bilan bog'lanmagan, mazmun-mohiyati ochib berilmagan, ilmiy noaniqliklarga hamda imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilgan bo'lsa – 7–13 ball.

5. Savolning mazmun-mohiyati ochib berilmagan, fikrlar noaniq, keltirilgan ma'lumotlarda hatoliklar mavjud bo'lsa, hamda imlo va stilistik xatoliklarga yo'l qo'yilgan bo'lsa – 0–6 ball.

#### Tavsiya etilgan asosiy adabiyotlar ro'yxati:

1. Mirziyoev SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. – T.: "O'zbekiston", 2017. – 104 b.
2. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. – T.: O'zbekiston, 2017. – 104 b.
3. Mirziyoev SH.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. – T.: O'zbekiston, 2017. – 592 b.
4. Mirziyoev SH.M. "Konstitutsiya – erkin va farovon hayotimiz, mamlakatimizni yanada taraqqiy ettirishning mustahkam poydevoridir", O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganligining 25 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza. – <http://uza.uz>.
5. Mirziyoev SH.M. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisiga Murojaati. 2017 yil 22 dekabr. – <http://uza.uz>.
6. 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi // O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli Farmoniga 1-ilova

#### Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2016.

2. O'zbekiston Respublikasining Fuqarolik kodeksi – T.: Adolat, 2011.
3. O'zbekiston Respublikasining Oila kodeksi. – T.: «O'zbekiston» 1998.

#### Asosiy:

1. Vladimirov B.C. Uravneniya matematicheskoy fiziki. – M.: Fizmatlit, 2000.
2. Mixaylov V.P. Differentsialnye uravneniya v chastnykh proizvodnykh. – M.: Nauka, 1983.
3. Pontryagin L.S. Obyknovennye differentsialnye uravneniya. – M.: Nauka, 1998.
4. Stepanov V.V. Kurs differentsialnykh uravneniy. – Izd-vo LKI, 2008.
5. Tixonov A.N., Samarskiy A.A. Uravneniya matematicheskoy fiziki. – M.: Izd-vo MGU, 2004.
6. Filippov A.F. Vvedenie v teoriyu differentsialnykh uravneniy. – URSS, 2007.
7. Filippov A.F. Differentsialnye uravneniya s razryvnoy pravoy chastyu. – M.: Izd-vo FIZMATLIT, 1985.
8. Evans L.K. Uravneniya s chastnymi proizvodnymi. – Novosibirsk: Tamara Rojkovskaya, 2003.
9. Arnold V.I. Obyknovennye differentsialnye uravneniya. – M.: Izd-vo MSNMO, 2018.
10. Oleynik O.A. Lekcii ob uravneniyax s chastnymi proizvodnymi. – M.: Izd-vo MGU, 2005.
11. Arnold V.I. Dopolnitelnye glavy obyknovennykh differentsialnykh uravneniy. – Moskva, Nauka, 1978.

#### Qo'shimcha:

12. SHubin M.A. Pseudodifferentsialnye operatory i spektralnaya teoriya. – M.: Nauka, 1978.
13. Vladimirova B.C. Sbornik zadach po uravneniyam matematicheskoy fiziki. Pod redaksiyey – M.: Fizmatlit, 2003.
14. Laks P. Giperbolicheskie uravneniya s chastnymi proizvodnymi. – M.: Ijevsk: Regul'yarnaya i xaocheskaya dinamika, 2010.
15. Goritskiy A.YU., Krjukov S.N., Chechkin A.G. Nelineynye uravneniya s chastnymi proizvodnymi pervogo poryadka. – M: MGU, 1999.

#### Internet resurslari

1. <http://www.zivonet.uz/>
2. <http://www.allmath.ru/>
3. <http://www.mccc.ru/>
4. <http://lib.mexmat.ru/>
5. <http://www.webmath.ru/>
6. <http://www.exponenta.ru/>