**СИЛЛАБУС**

**2021-2022 оқу жылының көктемгі семестрі**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Пәннің коды** | **Пәннің атауы** | **Магистранттың өзіндік жұмысы (МӨЖ)** | **Сағат саны** | | | | | **Кредит саны** | **Магистранттың оқытушы басшылығымен өзіндік жұмысы (МОӨЖ)** |
| **Дәрістер (Д)** | **Практ. сабақтар (ПС)** | | **Зерт. сабақтар (ЗС)** | |
| **TIGW 5304** | Гравитациялық толқындарды зерттеу техникасы | 98 | 15 | 30 | | - | | 5 | 7 |
| **Курс туралы академиялық ақпарат** | | | | | | | | | |
| **Оқытудың түрі** | **Курстың типі/сипаты** | **Дәріс түрлері** | | | **Практикалық сабақтардың түрлері** | | **МӨЖ саны** | | **Қорытынды бақылау түрі** |
| Аралас (Оффлайн-онлайн) | Теориялық | Аналитикалық, проблемалық | | | Есептер шығару, проблемаларды шешу | | 7 | |  |
| **Дәріскер** | Жанабаев З.Ж., ф.-м.ғ.д., профессор | | | | | | Офис-сағаты: Сабақ кестесі бойынша | | |
| **e-mail** | kenvp@kaznu.kz | | | | | |
| **Телефондары** | 87022760737 | | | | | |

|  |
| --- |
| **Курстың академиялық презентациясы** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Пәннің мақсаты** | **Оқытудың күтілетін нәтижелері (ОН)**  Пәнді оқыту нәтижесінде білім алушы қабілетті болады: | **ОН қол жеткізу индикаторлары (ЖИ)**  (әрбір ОН-ге кемінде 2 индикатор) |
| Гравитациялық әсерлесудің, гравитациялық толқынның (ГТ) пайда болуының физикалық негіздерін қарастыру. ГТ сигналдарын бақылау, өңдеу әдістерінің түрлерімен танысу. Жаңа ғылым бағыты – информациялық-энтропияны бейсызық сигналдарды өңдеуге қолдану әдістерін үйрену. | **ОН 1.** Гравитациялық әсерлесу түсінігін қалыптастыру. | **ЖИ 1.1.** Гравитация ұғымын қалыптастыру.  **ЖИ 1.2.** Әсерлердің түрлерін гравитациялық әсерлесумен салыстыру. |
| **ОН 2.** Гравитациялық толқынның пайда болуын физикалық негіздерін қалыптастыру. | **ЖИ 2.1.** Гравитациялық толқынныңпайда болуының физикалық негіздерін қарастыру.  **ЖИ 2.2.** Алынған дағдылар мен білімдерді әріқарай кәсіби қызметінде сәтті пайдалану |
| **ОН 3.** Гравитациялық толқын сигналдарын бақылау әдістерін қарастыру. | **ЖИ 3.1.** Гравитациялық толқын сигналын бақылау.  **ЖИ 3.2.** ГТ сигналын бақылау әдістерін салыстырып, аастрофизикада қолдану. |
| **ОН 4.** Информациялық-энтропияны гравитациялық толқын сигналдарын өңдеуге қолдану әдістерін үйрену. | **ЖИ 4.1.** Әр түрлі бейсызық сигналдардың информациялық энтропиясын есептеу;  **ЖИ 4.2.** Бейсызық сигналдар мен ГТ сигналдарын талдауда информациялық-энтропиялық әдістерді қолдану. |
| **Пререквизиттер** | Гравитациялық толқындарды зерттеу техникасы дисциплинасын оқыту статистикалық радиофизика, ықтималдық теория, атрофизика пәндерінен алған білімдеріне сүйенеді. | |
| **Постреквизиттер** | Дисциплинаны меңгеру барысында алған білімі мен дағдылары басқару жүйесін жасау,өңдеу және ой еңбегін автоматтандыру жүйесі үшін қолданылуы мүмкін. | |
| **Әдебиет және ресурстар** | Негізгі:  1. 1 Zhanabaev ZZ, Karibayev BA, Imanbayeva AK, Namazbayev TA, Akhtanov SN. Electrodynamic characteristics of wire dipole antennas based on fractal curves // J Eng Sci Technol 2019; 14; 305-20.  2 Nursultan Meirambekuly, Temirbayev AA, Zhanabaev ZZ, Karibayev BA, Namazbayev TA, Khaniyev BA, Khaniyeva AK. Dual-Band optical imaging system-integrated patch antenna based on anisotropic fractal for earth-observation CubeSats // Ain Shams engineering Journal 2021.  3 Riess A. G. et al. A 2.4% determination of the local value of the Hubble constant //The Astrophysical Journal. – 2016. – Т. 826. – №. 1. – С. 56.  4 Ade P. A. R. et al. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters //Astronomy & Astrophysics. – 2014. – Т. 571. – С. A16.  5 Kuo C. Y. et al. The megamaser cosmology project. V. An angular-diameter distance to NGC 6264 at 140 Mpc //The Astrophysical Journal. – 2013. – Т. 767. – №. 2. – С. 155.  6 Nojiri S. I., Odintsov S. D. Introduction to modified gravity and gravitational alternative for dark energy //International Journal of Geometric Methods in Modern Physics. – 2007. – Т. 4. – №. 01. – С. 115-145.  7 Maeder, A. An alternative to the ΛCDM model: the case of scale invariance. The Astrophysical Journal 834(2), 194 (2017).  8 Maeder A. Scale-invariant Cosmology and CMB Temperatures as a Function of Redshifts //The Astrophysical Journal. – 2017. – Т. 847. – №. 1. – С. 65.  9 Maeder A., Gueorguiev V. G. Scale-invariant dynamics of galaxies, MOND, dark matter, and the dwarf spheroidals //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2020. – Т. 492. – №. 2. – С. 2698-2708.  10 Peebles P. J. E. The large-scale structure of the universe. Princeton university press (1980).  11 L.D Landau, E.M. Lifshitz Field theory. – 1988.  12 Nicolis G., Prigogine I. Exploring complexity an introduction. – 1989.  13 Strong M. D., Crescimanno M. Lagrange point stability for a rotating host mass binary //Physical Review D. – 2020. – Т. 102. – №. 2. – С. 024052.  14 Zhanabaev Z. Z. Fractal model of turbulence in the jet. Proceedings of the SB Acad.of Sci. USSR. Technical science series 4, 57-60 (1988). in Russian.  15 Zhanabaev Z. Z. et al. ELECTRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF WIRE DIPOLE ANTENNAS BASED ON FRACTAL CURVES //Journal of Engineering Science and Technology. – 2019. – Т. 14. – №. 1. – С. 305-320.  16 Feder J. Fractals. – Springer Science & Business Media, 2013.  17 Chhoa J. F. An Adaptive Approach to Gibbs’ Phenomenon. – 2020.  18 García-Farieta J. E., Casas-Miranda R. A. Effect of observational holes in fractal analysis of galaxy survey masks //Chaos, Solitons & Fractals. – 2018. – Т. 111. – С. 128-137.  19 Karachentsev I. D. et al. A catalog of neighboring galaxies. The Astronomical Journal 127(4), 2031 (2004).  20 Ahumada R. et al. The 16th data release of the Sloan Digital Sky Surveys: first release from the APOGEE-2 Southern Survey and full release of eBOSS Spectra //The Astrophysical Journal Supplement Series. – 2020. – Т. 249. – №. 1. – С. 3.  21 Boller T. et al. Second ROSAT all-sky survey (2RXS) source catalogue //Astronomy & Astrophysics. – 2016. – Т. 588. – С. A103.  22 Freedman W. L. et al. Final results from the Hubble Space Telescope key project to measure the Hubble constant //The Astrophysical Journal. – 2001. – Т. 553. – №. 1. – С. 47.  23 Elvis M. et al. Spectral energy distributions of type 1 active galactic nuclei in the COSMOS survey. I. The XMM-COSMOS sample //The Astrophysical Journal. – 2012. – Т. 759. – №. 1. – С. 6. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Университеттік моральдық-этикалық құндылықтар шеңберіндегі курстың академиялық саясаты** | **Академиялық тәртіп (мінез-құлық) ережесі:**  Сабақтарға міндетті қатысу, кешігуге жол бермеу. Оқытушыға ескертусіз сабаққа келмей қалу немесе кешігу 0 баллмен бағаланады.  Тапсырмалардың, жобалардың, емтихандардың (СӨЖ, аралық, бақылау, зертханалық, жобалық және т.б. бойынша) орындау және өткізу мерзімін сақтау міндетті. Өткізу мерзімі бұзылған жағдайда орындалған тапсырма айып баллын шегере отырып бағаланады**.**  **НАЗАР АУДАРЫҢЫЗ!** Дедлайндарды сақтамау баллдардың жоғалуына әкеледі! Әрбір тапсырманың дедлайны оқу курсының мазмұнын жүзеге асыру күнтізбесінде (кестесінде), сондай-ақ ЖООК-та көрсетілген.  **Академиялық құндылықтар:**  - Практикалық / зертханалық сабақтар, СӨЖ өзіндік, шығармашылық сипатта болуы керек.  - Бақылаудың барлық кезеңінде плагиатқа, жалған ақпаратқа, көшіруге тыйым салынады.  - Мүмкіндігі шектеулі студенттер [kenvp@kaznu.kz](mailto:kenvp@kaznu.kz) .е-мекенжайы бойынша консультациялық көмек ала алады. |
| **Бағалау және аттестаттау саясаты** | **Критериалды бағалау:** дескрипторларға сәйкес оқыту нәтижелерін бағалау (аралық бақылау мен емтихандарда құзыреттіліктің қалыптасуын тексеру).  **Жиынтық бағалау:** аудиториядағы (вебинардағы) жұмыстың белсенділігін бағалау; орындалған тапсырманы бағалау. |

**ОҚУ КУРСЫНЫҢ МАЗМҰНЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ КҮНТІЗБЕСІ (кестесі)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Апта / модуль | Тақырып атауы | ОН | ЖИ | Сағат саны | Ең жоғары балл | Білімді бағалау формасы | Сабақты өткізу түрі / платформа |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модуль 1** | | | | | | |  |
| 1 | **Д.** Кіріспе. Гравитация табиғатын кеңістіктің геометриясымен түсіндіру. Эйнштейннің жалпы салыстырмалық теориясының идеясы. Алыс қашықтықтан гравитациялық толқынның (ГТ) таралуы. Оның әлемнің ұлғаюымен байланысы. | ОН 1 | ЖИ 1.1. | 1 |  |  | Teams |
| 1 | **ПС.** Көпөлшемді теңдеулер жүйесін компьютерлік талдау әдістері. Бейсызық маятник теңдеуін талдау. | ОН 1 | ЖИ 1.1. | 2 | 10 | Талдау |  |
| 2 | **Д.** ГТ-ды лазерлік-интерферометрмен бақылау. Hanford, Livingston лабораторияларының кеңістіктік қисаюының 10-21 м дәлдікпен бақылауы (2015 ж, Нобельдік сыйлық). | ОН1 | ЖИ 1.1  ЖИ 1.2 | 1 |  |  | Teams |
| 2 | **ПС.** Фазалық суреттегі аттрактор, хаос режимдерін анықтау алгоритмдері. | ОН 1 | ЖИ1.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 3 | **Д.** Кеңістіктің қисаюын (метрикалық тензордың ауытқуын) сипаттайтын ГТТ. Оның автотербеліс үшін бейсызық Ван-дер-Поль теңдеуімен байланысы. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 1 |  |  | Teams |
| 3 | **ПС.** Гравитациялық толқын теңдеуінің (ГТТ) фазалық суретін тұрғызу. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 3 | **МОӨЖ 1.** Бейсызық маятник. Динамикалық жүйелердің стохасталынуы. |  |  | 1 |  |  |  |
| 3 | **МӨЖ 1.** Динамикалық бейберекеттегі алмасу. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 1 | 20 | Логикалық тапсырма |  |
| 4 | **Д.** ГТТ-нің фазалық суреті. Оның фракталдық өлшемділігін Хевисайд формуласымен анықтау. | ОН 1 | ЖИ 1.2. | 1 |  |  | Teams |
| 4 | **ПС.** ГТТ фазалық суретінің фракталдық өлшемділігін Хевисайд формуласымен анықтау. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 2 | 15 |  |  |
| 5 | **Д.** ГТТ максимал скейлинг көрсеткіші. Оның астрофизикалық кталогтардағы мәні. Анизотропты фрактал (ZhF - фрактал). | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 1 |  |  | Teams |
| 5 | **ПС** Максимал скейлинг көрсеткіші. Анизотропты фрактал (ZhF - фрактал). | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 2 | 15 |  |  |
| 5 | **МОӨЖ 2.** Логистикалық бейнелеу. Хаос теңдеуі. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 1 |  |  |  |
| 5 | **МӨЖ 2.** Квазистационарлық құбылыстардың алмасуы үшін бейнелеу. | ОН 1 | ЖИ 1.2 | 1 | 20 | Логикалық тапсырма |  |
| 5 | **Аралық Бақылау 1** | ОН 1 |  |  | 100 |  |  |
| 6 | **Д.** Галактикалардың координаты мен олардың қашықтығы арасындағы байланыс Хаббл заңы. | ОН 2 | ЖИ 2.1  ЖИ 2.2 | 1 |  |  | Teams |
| 6 | **ПС.** ZhF өлшемділігін галактикалар каталогында фракталдық антенналар үшін анықтау. | ОН 2 | ЖИ 2.1  ЖИ 2.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 7 | **Д.** Бейсызық фракталдық өлшем (БФӨ) теңдеуі. Оның универсал қолданылу мүмкіндігі. | ОН 2 | ЖИ 2.1 | 1 |  |  | Teams |
| 7 | **ПС.** Бейсызық фракталдық өлшем (БФӨ) теңдеуін компьютерлік талдау алгоритмі. | ОН 2 | ЖИ 2.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 8 | **Д.** БФӨ теңдеуін компьютерлік талдау әдісі. Шешімнің Дирак функциясымен байланысы. | ОН 2 | ЖИ 2.2 | 1 |  |  | Teams |
| 8 | **ПС.** БФӨ санақтарының орта квадраттық ауытқуы. Максимал скейлинг көрсеткіші үшін Дирак функцияларының модельдерімен салыстыру. | ОН 2 | ЖИ 2.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 8 | **МОӨЖ 3.** Хевисайд теңдеуі. Фракталдық өлшемділіктер. | ОН 2 | ЖИ 2.2 | 1 |  |  |  |
| 8 | **МӨЖ 3.** Колмогоров энтропиясы. | ОН 2 | ЖИ 2.2 | 1 | 20 | Проблемалық тапсырма |  |
| 9 | **Д.** Хаббл параметрін БФӨ теңдеуімен байланысы. | ОН 3 | ЖИ 3.1 | 1 |  |  | Teams |
| 9 | **ПС.** БФӨ арқылы галактика қашықтығының координатамен байланысын анықтау. | ОН 3 | ЖИ 3.1 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 9 | **МОӨЖ 4. МӨЖ 4 орындау бойынша консультация** | ОН 3 | ЖИ 3.2 | 1 |  |  |  |
| 9 | **МӨЖ 4** Бейсызық фрактал теңдеуі. | ОН 3 | ЖИ 3.2 | 1 | 10 |  |  |
| 10 | **Д.** Астрофизикалық спектрлік бақылау нәтижелерімен теорияны салыстыру. | ОН 3 | ЖИ 3.1 | 1 |  |  | Teams |
| 10 | **ПС.** БФӨ арқылы Хаббл параметрін анықтау. Нәтижені астрофизикалық бақылаулармен салыстыру. | ОН 3 | ЖИ 3.1 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 10 | **МОӨЖ 5. МӨЖ 5 орындау бойынша консультация** | ОН 3 | ЖИ 3.2 | 1 |  |  |  |
| 10 | **МӨЖ 5** Корреляциялық функция түсінігі. | ОН 3 | ЖИ 3.2 | 1 | 20 | Проблемалық тапсырма |  |
| 10 | **Midterm** | ОН 3 | ЖИ 3.2 |  | 100 |  |  |
| 11 | **Д.** Шуылы бар ГТ сигналын информациялық-энтропия әдісімен талдау. Информация, энтропия түсініктері. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 1 |  |  | Teams |
| 11 | **ПС.** Информацияның, энтропияның өзұқсас мәндерін есептеу. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 12 | **Д.** Шартты информация, оны энтропиялар айырымы арқылы анықтау. ГТ-бейсызық импульс, оны шарт режимінде пайдалану. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 1 |  |  | Teams |
| 12 | **ПС.** Ықтималдық тығыздығының өзұқсас мәнін Цаллис статистикасы арқылы табу. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 12 | **МОӨЖ 6. МӨЖ 6 орындау бойынша консультация** | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 1 |  |  |  |
| 12 | **МӨЖ 6** Цаллис статискасы туралы түсінік. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 1 | 20 | Логикалық тапсырма |  |
| 13 | **Д.** ГТ сигналын шуылдан бөліп алу. | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 1 |  |  | Teams |
| 13 | **ПС.** Шартты информацияны энтропиялар айырымы арқылы анықтау алгоритмі. Информация/энтропия қатынасын (IER) пайдаланып ГТ сигналын фильтрлеу. | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 14 | **Д.** Калман фильтріне IER көрсеткішін (сипаттамасын) қолдану. | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 1 |  |  | Teams |
| 14 | **ПС.** ГТ сигналын шуылдан информация/энтропия қатынасы (IER) арқылы бөлу. | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 15 | **Д.** IER-ге негізделген талдауды ГТ детекторларының нәтижелеріне қолдану. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 1 |  |  | Teams |
| 15 | **ПС.** ГТ сигналын IER сипаттамасы арқылы фильтрлеу. | ОН 4 | ЖИ 4.1 | 2 | 10 | Талдау |  |
| 15 | **МОӨЖ 7. МӨЖ 7 орындау бойынша консультация** | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 1 |  |  |  |
| 15 | **МӨЖ 7** Рекурсивті фильтрлер | ОН 4 | ЖИ 4.2 | 1 | 20 | Проблемалық тапсырма |  |
| 15 | **Аралық Бақылау 2** | ОН 4 | ЖИ 4.2 |  | 10 |  |  |
|  |  |  |  |  | 100 |  |  |

[Қысқартулар: ӨТС – өзін-өзі тексеру үшін сұрақтар; ТТ – типтік тапсырмалар; ЖТ – жеке тапсырмалар; БЖ – бақылау жұмысы; АБ – аралық бақылау.

Ескертулер:

- Д және ПС өткізу түрі: сабақ кестесі бойынша өтіледі.

- Курстың барлық материалдарын (Д, ӨТС, ТТ, ЖТ және т.б.) сілтемеден қараңыз (Әдебиет және ресурстар, 6-тармақты қараңыз).]

Декан Давлетов А. Е.

Методбюро төрағасы Машеева Р. У.

№ 1 27.08.2021

Кафедра меңгерушісі Ибраимов М. К.

№\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дәріскер Жанабаев З. Ж.