

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
SAMARQAND FILIALI**

**“RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN’IY INTELLEKT:
MUOMMOLAR, YUTUQLAR VA RIVOJLANISH
ISTIQBOLLARI”**

**MAVZUSIDAGI XALQARO
ILMIY-AMALIY ANJUMANI MA’RUZALAR TO‘PLAMI
2025 yil 24-25 oktabr**

I TOM

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ
Международная научно-практической конференции
“ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
ПРОБЛЕМЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ”
октябрь 24-25, 2025**



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI SAMARQAND
FILIALI

**“RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN’IY INTELLEKT:
MUOMMOLAR, YUTUQLAR VA RIVOJLANISH
ISTIQBOLLARI” MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY
ANJUMANI MA’RUZALAR TO‘PLAMI**
24-25- oktabr 2025-yil

I TOM



**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ “ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
ПРОБЛЕМЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ”**
24-25- октября 2025 года

SAMARQAND 2025

АНАЛИЗ ПОЧАСОВОЙ ДИНАМИКИ ОСАДКОВ В САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ GPM IMERG В СРЕДЕ GOOGLE EARTH ENGINE

Абатов Ш.¹, Худаярова Ш.²

¹ Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий, Самарканд, Узбекистан

² Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд, Узбекистан
yoprince93@gmail.com

Актуальность

Мониторинг атмосферных осадков является одной из ключевых задач гидрометеорологии, так как осадки определяют водный баланс территорий, формирование речного стока и функционирование ирригационных систем [1]. Для регионов с аридным климатом, к числу которых относится Самаркандская область, точная оценка пространственно-временной изменчивости осадков имеет особое значение, поскольку малейшие колебания в количестве и интенсивности осадков существенно влияют на сельское хозяйство, водные ресурсы и природно-климатические процессы [2].

Традиционные методы измерения осадков на основе данных наземных метеостанций обеспечивают высокую точность, однако не позволяют получить полное пространственное покрытие территории, особенно в горных и труднодоступных районах. В связи с этим всё более широкое применение находят спутниковые данные, обеспечивающие высокую частоту наблюдений и глобальный охват. Среди них особое место занимает миссия GPM (Global Precipitation Measurement), предоставляющая данные о количестве осадков с часовым разрешением и пространственной точностью порядка 0.1° [3]. Продукт GPM IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM) позволяет выполнять анализ динамики осадков на региональном уровне, выявлять экстремальные явления и строить временные ряды для гидрологических исследований [4].

Для Самаркандской области, характеризующейся высокой плотностью сельского населения, интенсивным орошаемым земледелием и выраженной сезонностью климата, данные о почасовых осадках являются важным источником для оценки состояния водных ресурсов, прогнозирования урожайности и предупреждения опасных гидрометеорологических явлений [5]. Особенно актуально это в условиях роста экстремальных погодных событий, связанных с изменением климата, когда неравномерное распределение осадков может вызывать как локальные засухи, так и кратковременные паводки [6].

Применение платформы Google Earth Engine (GEE) значительно расширяет аналитические возможности исследований за счёт интеграции спутниковых данных и облачных вычислений [7]. Платформа позволяет в автоматизированном режиме производить фильтрацию, статистическую обработку и визуализацию спутниковых данных, включая построение графиков и тематических карт. Интеграция данных GPM IMERG с инструментами GEE делает возможным анализ почасовой динамики осадков, построение временных рядов и карт экстремальных значений для конкретных регионов.

Таким образом, исследование почасовой изменчивости осадков на примере Самаркандской области с использованием данных GPM IMERG в среде Google Earth Engine является актуальным направлением, направленным на повышение эффективности гидрометеорологического мониторинга, оценку климатических рисков и разработку мер адаптации к изменению климата в аридных условиях Центральной Азии.

Методология

В качестве основного источника информации использовались спутниковые данные миссии Global Precipitation Measurement (GPM), предоставляемые NASA и JAXA. Для

анализа была выбрана коллекция NASA/GPM_L3/IMERG_V06, содержащая почасовые оценки количества осадков (в мм/ч), рассчитанные на основе интеграции данных нескольких микроволновых и инфракрасных спутниковых радиометров [8]. Продукт IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM) характеризуется высокой временной и пространственной детализацией, что делает его оптимальным для изучения кратковременных метеорологических процессов и анализа экстремальных осадков на региональном уровне [9].

Объектом исследования выбрана Самаркандская область — регион с ярко выраженным аридным климатом, значительной сезонной контрастностью и развитым аграрным производством [10]. Геометрия области была определена с помощью векторного слоя административных границ, импортированного в GEE из пользовательского каталога. Для корректного выделения региона использовался фильтр `ADM1_EN = 'Samarkand'`, что обеспечило точное пространственное совпадение исследуемой территории [11].

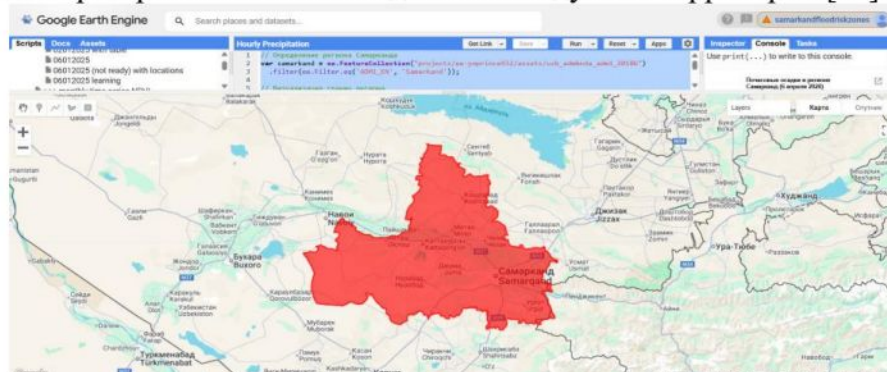


Рисунок 1. Регион интереса Самаркандская область

Для примера временного анализа выбран период 6 апреля 2020 года, когда, согласно данным GPM IMERG, на территории Самаркандской области наблюдались осадки различной интенсивности. Данный день выбран как показательный случай весенних атмосферных процессов, характерных для региона, и позволяет продемонстрировать возможности платформы GEE при работе с часовыми спутниковыми данными.

Обработка данных в среде Google Earth Engine

Анализ проводился в облачной геоинформационной платформе Google Earth Engine (GEE), которая позволяет работать с многотерабайтными наборами спутниковых данных, используя встроенные алгоритмы статистической обработки и визуализации [12]. Весь процесс анализа включал несколько ключевых этапов:

Импорт и фильтрация данных.

Коллекция **GPM IMERG** была загружена в GEE и отфильтрована по дате (`filterDate('2020-04-06', '2020-04-07')`) и пространственным границам региона (`filterBounds(samarkand)`), что позволило выделить изображения, соответствующие нужному временному интервалу и территории [8].

Извлечение параметров осадков.

Для анализа использовался слой `precipitationCal`, представляющий откалиброванные значения интенсивности осадков (мм/ч). Данный показатель является основным индикатором при изучении краткосрочных изменений метеоусловий и оценке интенсивности атмосферных процессов [9], [13].

Расчет максимальных значений.

Для каждого изображения в коллекции выполнялась операция `reduceRegion` с редуктором `ee.Reducer.max()`, которая позволила определить **максимальные значения осадков** в пределах Самаркандской области. Этот подход помогает выявить экстремальные явления и оценить интенсивность дождей в различные часы суток [10].

Построение временного ряда.

Результаты редукции сохранялись как атрибуты изображений и преобразовывались в массивы значений с помощью функции `aggregate_array()`. Далее на основе этих массивов

строился **временной ряд почасовых осадков**, отображающий динамику их изменения в течение суток [11].

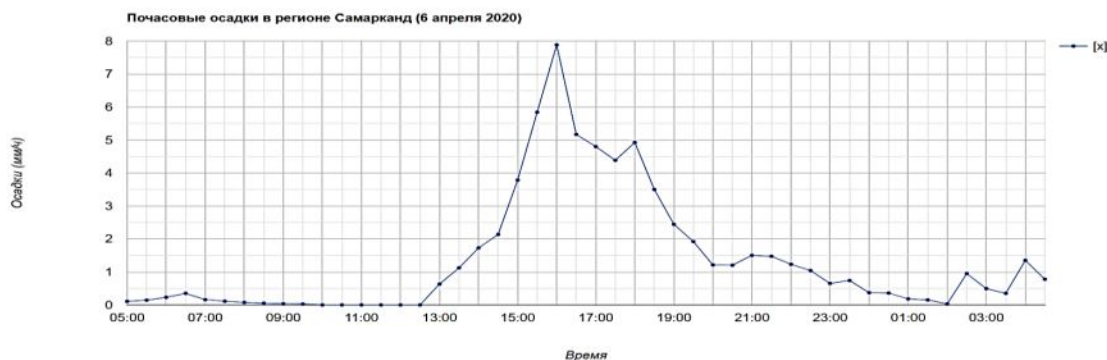


Рисунок 2. Почасовые осадки в регионе

Графическая визуализация.

Для построения графика использовался компонент `ui.Chart.array.values()`. По оси X откладывалось время (в формате HH:mm), а по оси Y — интенсивность осадков (мм/ч). Такая визуализация позволила наглядно представить изменение количества осадков по часам и выделить периоды пиковых значений [12].

Картографическая визуализация.

Для анализа пространственного распределения осадков было выполнено объединение почасовых изображений методом `max()`. Полученное изображение обрезалось по границам Самаркандской области (`clip(samarkand.geometry())`) и визуализировалось с помощью цветовой палитры ['white', 'blue', 'purple', 'red']. Палитра отражала градацию интенсивности осадков — от минимальных (0 мм/ч) до экстремальных (>10 мм/ч) [13].

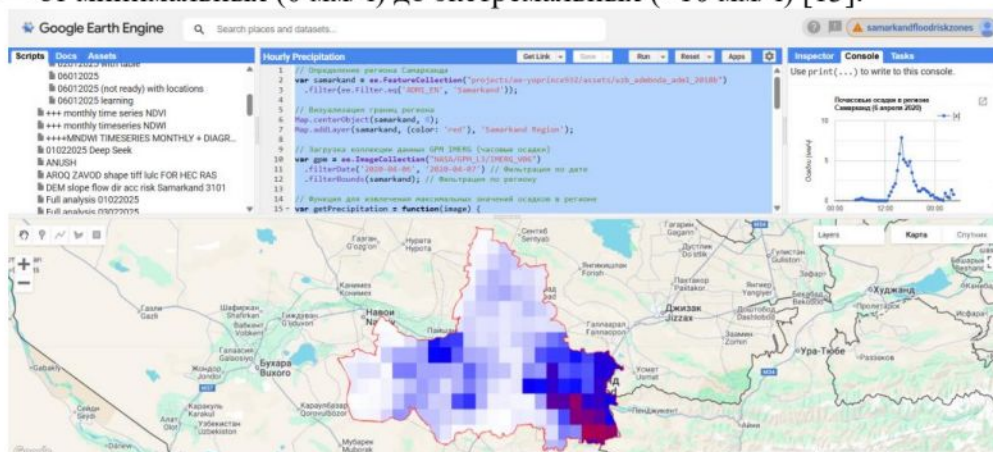


Рисунок 3. Картографическая визуализация осадков

Верификация и проверка данных

Корректность полученных результатов проверялась путём сравнения с фактическими погодными условиями за соответствующий период, на основе данных метеостанций и спутников Sentinel-2. Такое сопоставление позволило убедиться в достоверности полученных распределений и адекватности спутниковых оценок [10], [14].

Особенности и преимущества метода

Применённая методика демонстрирует высокую эффективность при исследовании динамики осадков с часовым разрешением. Использование облачных вычислений в GEE исключает необходимость локального хранения больших объёмов данных и ускоряет процесс анализа [12].

Метод позволяет автоматизировать сбор и обработку спутниковых данных о почасовых осадках получать статистические и графические оценки в реальном времени, интегрировать результаты с другими геопространственными данными (например, рельефом, водосборами, землепользованием) для комплексного гидрологического анализа [13], [14].

Таким образом, разработанный подход может применяться для оперативного мониторинга экстремальных осадков, оценки паводковых рисков и поддержки систем управления водными ресурсами в условиях изменяющегося климата.

Заключение

Проведённое исследование почасовой динамики осадков на примере Самаркандской области с использованием спутниковых данных GPM IMERG в среде Google Earth Engine (GEE) показало высокую эффективность интеграции облачных вычислений и современных спутниковых продуктов для гидрометеорологического анализа. Полученные результаты подтвердили, что платформа GEE предоставляет широкий спектр инструментов для оперативной обработки, статистического анализа и визуализации метеорологических данных, что особенно актуально для регионов с высокой пространственно-временной изменчивостью климатических показателей [12], [15].

В ходе анализа были получены следующие ключевые результаты:

Определена почасовая динамика осадков за 6 апреля 2020 года, позволяющая оценить временную структуру выпадения дождей в пределах суток. Выявлены периоды максимальной интенсивности осадков, соответствующие дневным часам (13:00–19:00), что согласуется с особенностями циркуляции воздушных масс в весенний период [10], [15].

Построенная карта максимальных осадков позволила визуально определить районы Самаркандской области, подверженные наибольшей интенсивности дождей. Эти зоны могут рассматриваться как потенциально паводкоопасные участки, что имеет важное значение для систем раннего предупреждения [16].

Методика, реализованная на платформе GEE, обеспечивает высокую воспроизводимость и масштабируемость анализа, что делает её применимой для мониторинга осадков в других административных регионах Узбекистана и Центральной Азии [17].

Результаты демонстрируют, что сочетание спутниковых наблюдений GPM IMERG с аналитическими возможностями GEE является эффективным инструментом для:

- краткосрочного анализа осадков и выявления экстремальных явлений;
- оперативной оценки климатических и гидрологических рисков;
- построения интегрированных систем мониторинга в контексте адаптации к изменению климата [14], [18].

В перспективе предложенный подход может быть расширен за счёт интеграции с дополнительными источниками данных, такими как SRTM, Sentinel-2, ERA5 и локальные метеорологические наблюдения, что позволит выполнять многомерный анализ, включающий оценку взаимосвязи осадков с рельефом, типами землепользования и влажностью почвы [15], [19].

Таким образом, проведённое исследование подтверждает практическую значимость использования спутниковых данных GPM IMERG и платформы Google Earth Engine для повышения точности и оперативности гидрометеорологического мониторинга в аридных регионах. Полученные результаты могут быть применены в рамках региональных программ по управлению водными ресурсами, планированию ирригационных мероприятий и оценке климатических рисков, способствуя устойчивому развитию сельскохозяйственных территорий Самаркандской области.

Список литературы

1. Huffman, G. J., et al. (2020). *GPM IMERG Final Precipitation L3 1 hour 0.1 degree V06*. NASA GES DISC. DOI: 10.5067/GPM/IMERG/3B-HH/06.
2. Babakholov, S., Bobojonov, I., Hasanov, S., & Glauben, T. (2022). *An empirical assessment of the interactive impacts of irrigation and climate on farm productivity in Samarkand Region, Uzbekistan. Environmental Challenges*, 7, 100502.
3. Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Braithwaite, D., et al. (2023). *NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG). Earth System Science Data*, 15(2), 763–781.

4. Hou, A. Y., Kakar, R. K., et al. (2014). *The Global Precipitation Measurement Mission. Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(5), 701–722.
5. State Committee for Hydrometeorology of Uzbekistan. (2023). *Annual Climate Report of Samarkand Region*. Tashkent.
6. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.
7. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., et al. (2017). *Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27.
8. Huffman, G. J., et al. (2020). *GPM IMERG Final Precipitation L3 1 hour 0.1 degree V06*. NASA GES DISC.
9. Hou, A. Y., Kakar, R. K., et al. (2014). *The Global Precipitation Measurement Mission. Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(5), 701–722.
10. Babakholov, S., Bobojonov, I., & Hasanov, S. (2022). *An empirical assessment of the interactive impacts of irrigation and climate on farm productivity in Samarkand Region, Uzbekistan. Environmental Challenges*, 7, 100502.
11. State Committee for Hydrometeorology of Uzbekistan. (2023). *Annual Climate Report of Samarkand Region*.
12. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., et al. (2017). *Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27.
13. Hu, Y., & Hu, Y. (2019). *Land cover changes and their driving mechanisms in Central Asia from 2001 to 2017 supported by Google Earth Engine. Remote Sensing*, 11(5), 554.
14. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.
15. Huffman, G. J., Braithwaite, D., Bolvin, D. T., et al. (2023). *NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG). Earth System Science Data*, 15(2), 763–781.
16. Karimov, Y., Musaev, I., Mirzababayeva, S., et al. (2023). *Land use and land cover change dynamics of Uzbekistan: a review. E3S Web of Conferences*, 421, 03007. DOI: 10.1051/e3sconf/202342103007.
17. Naboureh, A., Li, A., Bian, J., Lei, G., & Nan, X. (2023). *Land cover dataset of the China–Central Asia–West Asia Economic Corridor from 1993 to 2018. Scientific Data*, 10, 728.
18. WMO. (2022). *State of Climate Services: Hydrology*. World Meteorological Organization, Geneva.
19. Chen, J., Liao, A., et al. (2015). *Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 7–27.

NORAVSHAN MANTIQQA ASOSLANGAN EKSPERT TIZIMI YORDAMIDA QORAMOLLARDA UCHRAYDIGAN KENG TARQALGAN KASALLIKLARNI INTELLEKTUAL TASHXISLASH

¹Kudratov R.B.

¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Samarqand filiali, Samarqand, O‘zbekiston
rustamkudratov4@gmail.com

Annotatsiya. *Qoramol kasalliklarini aniq tashxislash chorva salomatligini yaxshilash, iqtisodiy yo‘qotishlarning oldini olish hamda barqaror dehqonchilikni qo‘llab-quvvatlash uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotda noravshan mantiq va ekspert tizimini integratsiya qilgan intellektual tashxislash yondashuvi taklif etiladi. U mastit, oyoq va og‘iz kasalligi (FMD), qoramollarda nafas yo‘llari kasalligi (BRD), ketoz va sil kabi eng ko‘p uchraydigan kasalliklarni aniqlashga qaratilgan. Taklif etilgan tizim klinik belgilar va laboratoriya ma‘lumotlarini yig‘ib, ularni noravshan xulosa chiqarish mexanizmi orqali qayta ishlaydi hamda ehtimoliy kasallikni*

55.	<i>Hamiyev A.T., Mirzaqosimov M.M.</i> TATU Samarqand filialida smart campus navigation tizimini joriy etishning nazariy asoslari	160
56.	<i>Muradova A.A, Khidirova Ch.M</i> Analysis of yandex iot core services of iot technology	163
57.	<i>Muradova A.A, Khidirova Ch.M, Sharapova N.A.</i> Analysis of things with artificial intelligence: autonomous, self-learning things	166
58.	<i>Pirnazarova A.B, Bekmurodov U.B.</i> Sun'iy intellekt yordamida katta hajmdagi tibbiy tasvirlarni qayta ishlash	170
59.	<i>Хидиров А, Восеева Н., Куличова О, Султанова Н</i> Интеллектуальные системы уличного освещения для повышения энергоэффективности	174
60.	<i>Абатов Ш, Худаярова Ш.</i> Анализ почасовой динамики осадков в самаркандской области на основе данных gpm imerg в среде google earth engine	177
61.	<i>Kudratov R.B</i> Noravshan mantiqqa asoslangan ekspert tizimi yordamida qoramollarda uchraydigan keng tarqalgan kasalliklarni intellektual tashxislash	181
62.	<i>Ravshanov N, Fattayeva D.A.</i> Sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida suv resurslari holatini monitoring qilish uchun interaktiv xarita yaratish imkoniyatlari	184
63.	<i>Raxmanov X.E, Yo'ldosheva N.B</i> Google earth engine yordamida samarqand viloyatida tuproq sho'rlanishining qishloq xo'jaligi hosildorligiga ta'sirini miqdoriy baholash	187
64.	<i>Xo'jamberdiev. D.E.</i> Ko'p agentli tizimlar uchun izohlanadigan, qayta foydalaniladigan, Samarali rejalashtirish tizimlari	189
65.	<i>Jumaboyev T.A, Djo'rayev A.A, Nurillayeva F.O.</i> Iot xavfsizligi uchun holat ssenariylari tahlili	191
66.	<i>Jumaboyev T.A, Djo'rayev A.A, Nurillayeva F.O</i> Cisco packet tracer simulyatorida iot asosidagi aqlli tizimning xavfsizligini ipsec orqali ta'minlash	194
67.	<i>Jumaboyev T.A. Nizamov A.N, Djo'rayev A.A, Nurillayeva F.O</i> O'zgartirilgan graf algoritmi asosida iot xavfsizligini tahlil qilish	197
68.	<i>Абатов Ш, Яхишибоев У, Муртазоев Ф.</i> Система обмена данными на критически дальних расстояниях на основе модуля Iota	200
69.	<i>Hotamov Abdug'afur, Bobobekova. X.R, Xudoyberdieva Umida</i> Iot asosida uy lampalari va harorat sensorini boshqarish	203
70.	<i>Khotamov Abdugafur, Axmadjonova Madina, Nizamov Akram</i> Materials and methods of research hybrid optimization-based algorithms	206
71.	<i>Шухратова М.И., Бекмурзаев О.Н.</i> Значение обучающих данных в прогнозировании кредитных рисков в узбекистане	212

**“RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN’IY INTELLEKT:
MUOMMOLAR, YUTUQLAR VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMANI**

MA’RUZALAR TO‘PLAMI

24-25 oktabr 2025-yil

I TOM

**“DOKTOR POLIGRAF” MChJ. nashriyot - matbaa ijodiy bo`limi,
Samarqand - 2022.**

Tasdiqnona № 12364 (17.03.2015)

Chop etishga ruxsat etildi: 15.10.2025 y.

© **“DOKTOR POLIGRAF” MChJ. nashriyot - matbaa ijodiy bo`limi,
Samarqand.**

22.10.2025 yilda chop etildi.

Qog‘oz bichimi A5, 60x84¹/₈, Ofset qog‘oz.

“Times New Roman” garnituras.

Nashr bosma tabog‘i 48,75

Buyurtma № 005/23A. Adadi 25 nusxa

“DOKTOR POLIGRAF” MChJ.

Nashriyot - matbaa bo‘limida chop etildi.

Tasdiqnona № 12364 (17.03.2015)

Manzil: Samarqand vil. Samarqand sh. Buyuk Ipak Yo`li.