

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

**“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi**  
**Fundamental va Amaliy Tadqiqotlar Instituti**

**“Tasdiqlayman”**  
**“TIQXMMI” MTU rektori**  
**professor B.S. Mirzayev**

---

**" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2022 yil**

**05.01.07. – MATEMATIK MODELLASHTIRISH, SONLI USULLAR VA**  
**DASTURLAR MAJMUASI IXTISOSLIGI BO'YICHA**  
**KIRISH IMTIHONI DASTURI**

**Tuzuvchilar:**

- f.-m.f.d., kata ilmiy xodim A.A. Abdujabbarov**
- f.-m.f.d., kata ilmiy xodim A.B. Abdikamalov**
- f.-m.f.d., kata ilmiy xodim B.B. Axmedov**
- f.-m.f. PhD, katta ilmiy xodim D. Rayimbayev**
- f.-m.f. PhD, katta ilmiy xodim O. Raximov**

**TOSHKENT – 2022**

## КИРИШ

Маълумки, ҳисоблаш ва ахборот технологияларининг кескин ривожланиши туфайли математик моделлаштириш ва ҳисоблаш математикасида глобал муаммолар, табиат ва жамият ҳодисаларини ўрганиш мақсадида назарий тадқиқотлар ўтказиш учун янги имкониятлар пайдо бўлди. Ўрганилаётган объект устида математик моделлар системаси ва ҳодисаларнинг имитацион системасини яратиш ёрдамида тизимли анализ ўтказиб, компьютерда турли ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш мумкин.

Табиат ва жамият ҳодисаларини математик моделлаштириш методологиясига асосланган ҳисоблаш эксперименти воситасида ўрганиш реал объект ва жараён устида бажарилган синов ва тажрибалар натижалари билан ҳисоблаш эксперименти натижаларини солиштиришга асосланган. Шу нуқтаи назардан тадқиқотларда математик моделлаштириш бирламчи даражани эгаллайди.

Математик моделлаштириш ҳозирги кундаги ривожланиш босқичинигина эмас, балки келажак жамиятдаги ахборотлашув жараёнининг ҳам интеллектуал ядроси бўлиб қолмоқда. Мазкур ихтисосликнинг мазмуни илмий ва техникавий, фундаментал ва амалий масалаларни ечишда математик моделлаштириш, сонли усуллар ва дастурий комплексларни қўллашни фундаментал асосларини ишлаб чиқишдан иборат. Ихтисосликнинг муҳим томони шундаки, ушбу соҳа мутахассислари томонидан бажарилган ишларда бир вақтнинг ўзида учта соҳа математик моделлаштириш, сонли усуллар ва дастурий маҳсулотлар мажмуаси бўйича оригинал натижалар мавжуд бўлиши лозим.

Дастур математик моделлаштириш, сонли усуллар ва дастурлар мажмуасини яратиш бўйича фаннинг асосий тушунчаларини ўз ичига қамраб олган.

**Дастурнинг мақсади** – тадқиқотчига математик физика тенгламалари, функционал анализ, ҳисоблаш математикаси ва дастурлаш асослари каби фанларнинг асосий тушунчаларидан реал объект ва жараёнларни назарий жиҳатдан тадқиқ қилишда фойдаланишни ўргатишдан иборат.

**Дастурнинг вазифаси** - ўрганилаётган объект ва жараёнларни тадқиқ қилишда объект ва жараёнлар ҳақида маълумотлар тўплаш; тўпланган маълумотлар асосида математик моделларни қуриш ва танлаш; объект ва жараёнларни дискрет моделларини қуриш ва улар учун самарали ҳисоблаш алгоритминини яратиш; математик моделнинг адекватлигини текшириш; олинган натижаларни амалиётга тадбиқ этиш учун талабаларда кўникма ва малака ҳосил қилишдан иборат.

## МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

Математик моделлаштиришнинг асосий тушунчалари, мақсадлари ва методологиялари. Математик моделларнинг классификацияси. Математик моделларни қуриш босқичлари. Математик моделларнинг универсаллиги. Табиат жараёнларини математик тадқиқ қилиш усуллари. Табиатнинг асосий қонунлари: энергия материя ва импульс сақланиш қонунлари. Тадқиқот усуллари: ўхшашлик (аналогия), вариацион принцип, занжир, иерархия принципи. Табиий ва ижтимоий фанларда математик моделлаштириш. Аҳоли миқдори ўзгаришининг математик моделлари: Мальтус-Ферхюльсга-Перла моделлари, логистик модел. Турлар орасидаги муносабат (Вальтер) модели, унинг математик тадқиқоти ва тадбиқи. Биология ва соғлиқни сақлашдаги математик моделлар: Бейлининг эпидемия моделлари, микроорганизмларнинг диффузияси модели, биосинтез моделлари. Иқтисодиётдаги математик моделлар: экстремал моделлар, иқтисодий ўсишнинг макро модели, реклама юритиш моделлари, талаб ва таклиф моделлари. Табиатнинг фундаментал қонунларидан моделлар яратиш.

Чизикли моделлар. Уларни ечиш усуллари: Фурье, Даламбер усуллари ва характеристик усул. Автомоделлик. Физикавий ва биологик системаларда тебранма ҳаракатни ўрганиш. Сўнувчи ва сўнмайдиган тебранма ҳаракатлар. Синергетика (ўз-ўзини бошқариш) тушунчаси. Фракталлар ҳақида тушунчалар ва уларнинг қўлланиши. Хаос (бетартиблик). Логистик модель. Флуктуация ва бифуркация тушунчаси. Чизикли бўлмаган моделларни тадқиқ қилишда синергетик ёндашиш. Тадқиқ қилиш ва башорат. Компьютерли моделлаштириш.

Имитацион моделлаштиришнинг принциплари. Структурали ва иерархияли моделлар. Мисоллар. Моделлаштириш объектининг формаллаштириш.

Статистик моделлаштиришнинг элементлари. Тақсимланиш турлари. Гипотезаларнинг қўйиш ва текшириш. Корреляция. Регрессия. Баҳолаш ва башорат. Хатоликлар. Эксперимент натижаларини ишончлилигини, ҳаққонийлигини текшириш ва ишончлилик интервали. Дисперсион анализ ҳақида тушунчалар. Стохастик моделлар ҳақида тушунчалар. Стохастик моделларни қуришга мисоллар. Детерминистик ва стохастик моделларнинг таҳлили.

### **Математик физика тенгламалари.**

Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар синфлари. Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар ва уларнинг ечими ҳақида тушунча. Математик физиканинг асосий тенгламалари ва уларни келтириб чиқариш. Икки ўзгарувчили иккинчи тартибли хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларни каноник кўринишга келтириш. Иккинчи тартибли чизикли дифференциал тенгламалар учун асосий чегаравий масалаларнинг қўйилиши. Коррект(тўғри) ва нокоррект қўйилган масала тушунчаси. Коши-Ковалевская теоремаси. Адамар мисоли. Гиперболик типдаги тенгламага олиб келинадиган оддий масалалар. Тўлқин тарқалиш усули. Даламбер формуласи. Бир жинсли бўлмаган тенглама учун Даламбер формуласи. Иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси. Биринчи чегаравий масала. Иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси учун Коши масаласи. Пуассон формуласини келтириб чиқариш. Кетма-кет яқинлашиш усули. Фредгольм ва Вольтерранинг иккинчи тур интеграл тенгламаси. Лаплас тенгламаси учун Дирихле масаласининг Грин функцияси. Шар учун Дирихле масаласини ечиш. Пуассон формуласи. Ярим фазо учун Дирихле масаласини ечиш. Пуассон формуласидан келиб чиқадиган айрим муҳим натижалар. Фурье усули. Бир жинсли ва бир жинсли бўлмаган гиперболик тенгламалар. Параболик тенглама. Шредингер тенгламаси. Эллиптик тенглама. Мисоллар. Гиперболик типдаги тенгламалар учун аралаш масала. Классик ечим.

## **ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ**

### **Хатоликлар назарияси**

Хатоликлар манбалари. Абсолют, нисбий ва лимит нисбий хатолик. Қийматли ва ишончли рақамлар. Ишончли рақамлар сони билан лимит нисбий хатолик ўртасидаги боғланиш. Амал хатоликлари. Функция хатолиги. Хатоликнинг тескари масаласи.

### **Алгебранинг сонли усуллари**

Чизикли алгебраик тенгламалар системасини ечишнинг аниқ усуллари. Тескари матрицани топиш. ЧАТС (чизикли алгебраик тенгламалар системаси)ни ечимини топишнинг итерацион усуллари. Итерацион усулларнинг яқинлашиши ва хатолиги. Бир номаълумли тенгламаларнинг илдизлари чегаралари, илдизларни тақрибий топиш: оддий итерация, Ньютон, ватарлар усуллари ва модификациялари. Чизиксиз тенгламалар системасини ечишнинг итерацион усуллари. Хос сон ва хос векторларни топишнинг сонли усуллари.

### **Функцияларни яқинлаштириш**

Функцияларни яқинлаштириш усуллари. Алгебраик кўпҳадлар билан яқинлаштириш. Интерполяцион масала ечимининг ягоналиги. Лагранж интерполяцион

формуласи ва хатолиги. Айирмалар нисбати ва уларнинг хосслари. Ньютоннинг тенгмас ораликлар учун интерполяцион формуласи. Чекли айирмалар ва уларнинг хосслари. Тенг ораликлар учун интерполяцион формулалар. Сплайн-яқинлаштириш. Сплайн интерполяция.

### **Тақрибий интеграллаш**

Интерполяцион квадратур формулалар. Ньютон-Котес типдаги квадратур формулалар, трапеция, Симпсон квадратур формулалари ва уларнинг хатоликлари. Каррали интегралларни ҳисоблаш.

### **Оддий дифференциал тенгламаларни ечиш**

Оддий дифференциал тенгламалар учун қўйилган Коши масаласини ечишнинг сонли усуллари. Кетма-кет яқинлашиш, Эйлер, Рунге-Кутта усуллари. Системаларни интеграллаш. Чегаравий масалаларни ечишнинг сонли усуллари. Прогонка усули. Вариацион масалага келтириш ва вариацион усуллар. Галеркин, коллокация, Ритц усули.

### **Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларни ечиш**

Математик физика масалаларини ечишнинг сонли усуллари. Дастлабки тушунчалар. Чекли айирмалар схемалар. Айирмалар аппроксимация. Иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси учун айирмалар схемалар. Айирмалар схемада турғунлик ва яқинлашиш орасидаги боғланиш. Айирмалар схемалар учун максимум принципи. Пуассон тенгламаси учун қўйилган Дирихле айирмалар масаласининг турғунлиги ва яқинлашиши. Айирмалар схемаларнинг турғунлик назарияси. Параболик типдаги масалаларни тақрибий ечиш. Айирмалар схемалардаги турғунлик ва яқинлашиш орасидаги боғланиш. Чизиқлимас иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси учун айирмалар схемалар. Айирмалар схемалар учун максимум принципи. Икки қатламли айирмалар схемалар турғунлиги ва яқинлашишини ўзгарувчиларга ажратиш методи ёрдамида тадқиқ этиш. Айирмалар схемаларнинг турғунлик назарияси. Икки ва уч қатламли айирмалар схемаларнинг каноник қурилиши ва турғунлик шартлари. Тежамли айирмалар схемалар. Тўр тенгламаларини ечишнинг итерацион методлари. Тўр тенгламаларни ечиш усуллари. Матрицавий прогонка усули. Декомпозиция методи. (редукция). Математик физика масалаларини ечишнинг вариацион ва вариацион - айирмалар методлари. Базис функцияларни қуриш усуллари. Ностационар масалалар учун чекли элементлар усули. Гиперболик тенгламалар учун характеристикалар методи. Интеграл тенгламаларни ечиш усуллари. Фредгольм тенгламаси. Биринчи тур Фредгольм тенгламаси Нокоррект масалаларни ечиш.

### **ДАСТУРЛАШ**

Дастурлаш тилларининг умумий характеристикаси. Дастурлаш тилларида маълумотларни ифодалашнинг воситалари. Маълумотлар ва уларни кодлар шаклида ифодалаш. Санок тизимлари. Позицион ва позицион бўлмаган тизимлар. Сонли ахборотларни рақамли автоматларда ифодалаш.

Алгоритм хусусиятлари. Алгоритмни ифодалаш усуллари. Операторли алгоритмлар. Оддий тузилмалар алгоритмларни ишлаб чиқиш. Оддий ва мураккаб типлар. Типларни ўзаро ўтказиш. Чизиқли дастурлар. Шарт операторлари. Тармок операторлари.

Берилганлар базасининг умумий таснифи. Берилганлар базаси архитектураси. Берилганлар базасини реляцион модели. Берилганлар базасини нормаллаштириш.

Алгоритм ва абстракт машиналар. Функциялар. Массивлар. Сатрлар. Файллар устида амаллар. Рекурсив алгоритмлар. Катта сонлар устида амаллар. Динамик хотира ва унда ахборотни сақлаш. Алгоритмнинг мураккаблиги. Алгоритмларни баҳолаш. Массивларда излаш ва тартиблаш. Ўрин алмаштиришлар. Геометрик масалалар. «Очкўз»

алгоритмлар. Графларда алгоритмлар. Лексик ва синтактик таҳлил. Оддий шифрлаш алгоритмлари.

### Аралаш саволлар

Геодезик линияларни ҳисоблаш учун Ray-tracing code дастуридан фойдаланиш асослари. Эгриланган фазо-вақт учун метрик тензор, Риччи тензор, Риман тензорларни ҳисоблаш алгоритмлари. Хусусий ҳосилали иккинчи тартибли чизикли ва ночизикли дифференциал тенгламаларни сонли усулда ечиш учун алгоритмлар ва дастурий таъминотлар. Астрофизик жараёнларни тавсифлаш учун таклиф этилган математик моделларнинг хусусиятлари. Синов зарраларнинг ҳаракатини тадқиқ этиш орқали гравитация назарияларини текшириш алгоритмларининг асослари. Электромагнит майдон назариясининг математик моделлари ва уларнинг умумий тавсифи. Ночизикли табиий жараёнларни моделлаштиришнинг назарий асослари. Вариацион ҳисоб асослари. Нисбийлик назарияси ифодаларининг координата алмаштиришларга нисбатан инвариантлиги асослари. Гравитацион қизил силжишнинг математик моделлари. Массив жисмлар гравитацион майдонида, вақт ўтишининг секинлашишининг математик моделлари. Ёруғлик нурунинг кучли гравитацион майдонда эгилиши ва гравитацион линза моделлари. Галилей ва Лоренц алмаштиришларининг математик моделлари. Эйнштейн нисбийлик назариясида эфир тушунчаси ва модификацияларни моделлаштириш. Киллинг векторларини тенгламаларни ечишда куллаш. Энергия-импульс тензорининг модда ва майдонлар учун моделларни. Эгрилик тензорининг компонентларини ҳисоблашнинг алгоритми. Риччи тензор тенгламасининг сонли усулда ечиш асослари. Бианки айниятларининг назарий асослари ва моделлаштиришга ва симметрия хусусиятларга куллаш. Геодезик чизик тенгламасини ечишнинг математик асослари. Эйнштейн тенгламалари ва рақамли ечиш усуллари. Интервал тушунчаси. Физик катталиқнинг инвариантлик тушунчаси. Нисбийлик назариясида скаляр ва псевдоскалярлар. Векторлар. Векторнинг контравариант ташкил этувчилари. Векторлар. Векторнинг ковариант ташкил этувчилари.

### ФОЙДАЛАНИЛГАН АБАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016.56-б.
2. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалиқ қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий яқунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилган мажлисидаги маъруза, 2017 йил 14 январь –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
3. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
4. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон

Республикаси, вилоятлар ва Тошкент шаҳри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.

## **2. Дарслик ва ўқув қўлланмалар:**

1. Исроилов М.И. Ҳисоблаш методлари. 1-2 қисм. Тошкент: Ўқитувчи, 2008 й.
2. Алоев Р.Д., Худойберганов М.Ў. Ҳисоблаш усуллари курсидан лаборатория машғулоти тўплами. ЎЗМУ. Ўқув қўлланма. 2008 й. 110б.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М. “Наука”. 1972.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М. “Наука”. 1988.
5. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М. “Наука”. 1961.
6. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. М. “Наука”. 1982.
7. Richard L. Burden, J. Douglas Faires. Numerical Analysis, Youngstown State University, Boston, USA, Brooks/Cole, 2011.
8. Scott L.R. Numerical Analysis. Princeton University Press, 2011. - 342 p.

## **3. Қўшимча адабиётлар:**

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М., Наука. 1989.
2. Smith G.D. Numerical Solution of Partial Differential Equations: finite difference methods 3rd ed. — Oxford University Press, 1986. — 350 p.
3. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т. 1. М.: Физматгиз. 1962.
4. Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных. М. “Наука”. 1981.
5. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. М. “Наука”. 1979.
6. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М. “Гостехиздат”. 1954.
7. Смирнов В.И. Курс высшей математики, Т.2., Т.4. М. “Физматгиз”. 1958.
8. Смирнов М.М. Уравнения смешанного типа. М. 1985.
9. Смирнов М.М. Задачи по уравнениям математической физики. М. “Наука”. 1975.
10. Будақ Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М. “Наука”. 1980.
11. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. М. “Высшая школа”. 1970.
12. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing, 1st Edition, 1986, ISBN 0-521-30811-9. (Fortran and Pascal)
13. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing, 1st Edition, 1988, ISBN 0-521-35465-X.
14. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in Pascal. The Art of Scientific Computing, 1st Edition, 1989, ISBN 0-521-37516-9.
15. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in Fortran. The Art of Scientific Computing, 1st Edition, 1989, ISBN 0-521-38330-7.

16. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in BASIC. The Art of Scientific Computing, 1st Edition, 1991, ISBN 0-521-40689-7. (supplemental edition)
17. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in Fortran. The Art of Scientific Computing, 2nd Edition, 1992, ISBN 0-521-43064-X.
18. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing, 2nd Edition, 1992, ISBN 0-521-43108-5.
19. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in Fortran 90. The Art of Parallel Scientific Computing, 2nd Edition, 1996, ISBN 0-521-57439-0.
20. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes in C++. The Art of Scientific Computing, 2nd Edition, 2002, ISBN 0-521-75033-4.
21. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery. Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing, 3rd Edition, 2007, ISBN 0-521-88068-8. (C++ code)