

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

**Композиционные материалы**

## РАЗРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ ЖЕНСКИХ ЖАКЕТОВ СЛОЖНЫХ ФОРМ С УЧЁТОМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ

Рахимова Муниса Шукрулло кизи, Томилин Денис Викторович

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности*

**Аннотация.** В статье представлена методологическая основа и практические результаты разработки авторской коллекции женских жакетов сложных объёмно-пространственных форм. Установлены взаимозависимости между физико-механическими характеристиками текстильных материалов (жёсткостью при изгибе, драпируемостью, усадкой, формовочной способностью) и конструктивно-технологическими решениями для каждого силуэтного типа. Предложена комбинированная стратегия проектирования, интегрирующая расчётно-графический метод, муляжную технику и цифровое 3D-прототипирование в среде CLO 3D. Апробация коллекции из пяти изделий подтвердила достоверность разработанной методики и её воспроизводимость в условиях промышленного производства.

**Ключевые слова:** женский жакет, сложная форма, физико-механические свойства ткани, формообразование, 3D-прототипирование, коллекция одежды, конструктивное моделирование.

**Введение.** Современная индустрия моды характеризуется устойчивым интересом к одежде нестандартных объёмно-пространственных форм, при разработке которой традиционные конструктивные подходы нередко оказываются недостаточными. Женский жакет как структурообразующая единица делового и повседневного гардероба занимает особое место в этом контексте: его силуэт формируется сложным взаимодействием покроя, прокладочных материалов, влажно-тепловой обработки и фундаментальных физико-механических характеристик основной ткани [1].

Ключевым противоречием в практике проектирования жакетов является разрыв между творческим замыслом дизайнера и технологической реализуемостью формы: нередко выбранный материал не обеспечивает устойчивости запланированного силуэта либо, напротив, его жёсткость препятствует созданию мягкой драпировки. Систематизация этих зависимостей и разработка воспроизводимой методики интегрированного проектирования составляют научную проблему настоящего исследования. [2]

**Цель работы** - разработать методологически обоснованную и экспериментально апробированную процедуру создания коллекции женских жакетов сложных форм, в которой выбор конструктивных решений детерминирован измеренными физико-механическими свойствами тканей. Для достижения данной цели решены следующие задачи: (1) систематизация свойств тканей, критичных для объёмного формообразования; (2) сравнительный анализ методов конструирования; (3) разработка алгоритма проектирования коллекции; (4) изготовление и апробация опытных образцов.

Понятие «сложная форма» в контексте проектирования верхней одежды в отечественной школе конструирования одежды «сложная форма» трактуется как объёмно-пространственная конфигурация изделия, обладающая выраженными поверхностями второго порядка (выпуклостями, вогнутостями) и/или нелинейными контурными линиями, не допускающими развёртки в плоскость без образования концентрических зон растяжения или сжатия. [3]

Братчик И.М. [4] систематизировал приёмы построения чертежей женских пальто со сложными покроями и обосновал связь конструктивных прибавок с деформационными свойствами материалов. Позднее Коблякова Е.Б. с соавторами [5] разработала обобщённую методологию конструирования женской одежды, включающую нормирование конструктивных прибавок с учётом упругопластических характеристик ткани. Зарубежные исследователи (Мао N. et al. [6]) применили конечно-элементный анализ для моделирования поведения тканых полотен при деформировании, открыв путь к предиктивному проектированию.

Параллельное развитие систем цифрового прототипирования (CLO 3D, Marvelous Designer) позволило перенести физическую симуляцию ткани непосредственно в процесс конструктивной разработки изделия. [7] Однако разрыв между академическими методиками измерения механических свойств и их операциональным применением в САПР-среде остаётся предметом дискуссий, что подтверждает актуальность настоящего исследования.

**Физико-механические свойства тканей как детерминанты формообразования.** Процесс создания объёмной формы из плоского материала основан на управляемом

использовании анизотропии тканого полотна. Согласно Молодцовой Л.В. [8], основными механизмами формообразования являются: конструктивный (введение швов и вытачек), пластический (сутуживание и оттягивание) и технологический (прокладочные материалы, термодублирование). Выбор механизма и интенсивность его применения напрямую определяются следующими свойствами ткани:

- жёсткостью при изгибе, определяющей устойчивость краёв и линий лацканов без дополнительного дублирования;

- драпируемостью (коэффициент по ГОСТ 19143-73), обуславливающей возможность образования мягких складок и фалд;

- формовочной способностью, характеризующей способность ткани приобретать и сохранять пространственную форму при влажно-тепловом воздействии;

- усадкой по основе и утку, требующей введения технологических надбавок при раскрое. [9]

Взаимосвязь перечисленных характеристик с проектными решениями для жакетов детализирована в таблице 1.

Таблица 1

**Классификация физико-механических свойств тканей и их влияние на конструктивные решения жакета**

Группа свойств	Показатель	Метод определения	Норма (ГОСТ)	Влияние на конструкцию
Механические	Жёсткость при изгибе	ГОСТ 10550-93	≤ 1800 мкН·м	Определяет припуски на обработку краёв, форму лацканов
Механические	Растяжимость (основа/уток)	ГОСТ 28554-90	3–8 % / 5–12 %	Корректировка величин технических прибавок
Деформационные	Усадка при влажно-тепловой обработке	ГОСТ 30157-95	≤ 3 %	Увеличение лекальных деталей перед раскроем
Поверхностные	Драпируемость (коэффициент)	ГОСТ 19143-73	≥ 55 %	Выбор методов создания объёмных форм
Формовочные	Формовочная способность	Расчётный метод	Класс I–III	Определяет стратегию объёмного формообразования
Технологические	Осыпаемость нитей	ГОСТ 3814-95	Норм./повыш.	Расширение швов и обтачек

Примечание: методы испытаний указаны в соответствии с действующими межгосударственными стандартами ГОСТ. Нормы приведены для тканей костюмной группы плотностью 180–350 г/м<sup>2</sup>.

**Концептуальная модель интегрированного проектирования.** В основу настоящего исследования положена оригинальная концептуальная модель, рассматривающая процесс проектирования коллекции жакетов как трёхуровневую систему «материал – конструкция – форма» (МКФ). Уровень материала задаёт граничные условия для уровня конструкции; уровень конструкции детерминирует возможности объёмного формообразования. Обратные связи, обнаруживаемые на этапах прототипирования и апробации, позволяют итеративно уточнять параметры каждого уровня. [10]

Схема модели МКФ представлена на Рис. 1.

Алгоритм проектирования коллекции. Разработанный алгоритм включает шесть последовательных этапов (Табл. 2), образующих замкнутый итеративный цикл с петлями обратной связи на этапах виртуального прототипирования и апробации образца. Ключевой особенностью алгоритма является его

параметрическая структура: переход между этапами 2 и 3 возможен только после формального соответствия измеренных показателей ткани проектным требованиям, зафиксированным в техническом задании.

Концептуальная трёхуровневая модель «Материал – Конструкция – Форма» (МКФ)





**Рис. 1. Концептуальная модель МКФ интегрированного проектирования коллекции женских жакетов**

3.2. Алгоритм проектирования коллекции. Разработанный алгоритм включает шесть последовательных этапов (Табл. 2), образующих замкнутый итеративный цикл с петлями обратной связи на этапах виртуального прототипирования и апробации образца. Ключевой особенностью алгоритма является его параметрическая структура: переход между этапами 2 и 3 возможен только после формального соответствия измеренных показателей ткани проектным требованиям, зафиксированным в техническом задании.

**Таблица 2**

**Алгоритм проектирования коллекции женских жакетов сложных форм**

Этап	Содержание работ	Инструменты / ПО	Выходной документ
1. Предпроектный анализ	Мониторинг модных тенденций, анализ ЦА, исследование тканей	CLO 3D, Adobe Illustrator	Техническое задание, Mood board
2. Концептуальное эскизирование	Разработка силуэтных линий, прорисовка форм	Procreate, CorelDRAW	Коллекция эскизов (≥15 вариантов)
3. Конструкторская разработка	Построение БК, техническое моделирование, градация	САПР «Грация», Lectra	Комплект лекал (основные + производные)
4. Виртуальное прототипирование	3D-примерка, симуляция физики ткани	CLO 3D / Marvelous Designer	3D-прототип, карта дефектов
5. Изготовление образца	Раскрой, пошив пилотного образца	Промышленное оборудование	Физический образец, контрольная карта
6. Апробация и коррекция	Примерка на фигуре манекена/живой модели, правки лекал	Мерная лента, корректурные метки	Окончательный комплект лекал

Критический анализ данного алгоритма выявляет несколько потенциальных ограничений. Во-первых, этап 4 (виртуальное прототипирование) требует корректной параметризации физических свойств ткани в системе CLO 3D, что предполагает проведение стандартизованных инструментальных испытаний по протоколу KES-F (Kawabata Evaluation System for Fabrics). [11], во-вторых, степень достоверности 3D-симуляции снижается для материалов с выраженной анизотропией (буклированные, структурные ткани), требуя дополнительной калибровки цифровой модели по результатам физического прототипа.

Методы испытаний материалов. Для количественной характеристики тканей, отобранных в коллекцию, применялись следующие методы: определение жёсткости при изгибе - по ГОСТ 10550-93 на приборе ПТ-2; измерение усадки - по ГОСТ 30157-95 (паровой пресс, T = 150 °C, τ = 20 с); коэффициент драпируемости - по ГОСТ 19143-73 (метод Коблякова). Формовочная способность оценивалась расчётным методом по коэффициенту пластичности деформации (КПД). Для полной характеристики анизотропии деформационных свойств применялась

объективная система оценки KES-F (Kawabata Evaluation System for Fabrics). [12]

Ключевым расчётным параметром при оценке поведения ткани в зонах динамического растяжения является относительное удлинение:

$$\epsilon = (\Delta L / L_0) \times 100\%$$

где ε - относительное удлинение (%); ΔL - абсолютная деформация участка ткани (мм); L<sub>0</sub> - начальная длина участка (мм). Измерения проводились отдельно по нити основы, утку и диагонали (45°) для учёта анизотропии. Полученные значения использовались для корректировки конфигурации лекальных деталей в зонах повышенной нагрузки - плечевого шва, проймы и линии талии - в соответствии с концепцией динамического соответствия. [13]

Совокупность полученных данных составила материальную базу для последующей разработки конструктивно-технологических решений и послужила исходными параметрами цифровых моделей ткани в среде CLO 3D.

Конструктивные решения в зависимости от свойств ткани. Модель А (двубортный жакет с объёмными лацканами, ткань: пальтовое сукно, жёсткость 2 200 мкН·м) реализована посредством расчётно-графического метода с укрупнёнными конструктивными прибавками

по груди  $P_g = 8$  см. Высокая формовочная способность сукна позволила сформировать объёмный лацкан методом сутюживания без дополнительных прикладочных элементов.

Модель В (жакет-кокон, ткань: костюмная шерсть с добавлением эластана, жёсткость 1 400 мкН·м, растяжимость по утку 18%) разработана комбинированным методом: базовая конструкция строилась в САПР «Грация», затем уточнялась муляжным способом на манекене 44 размера. Повышенная растяжимость потребовала введения отрицательных прибавок по линии талии (-2 см) и коррекции боковых швов по результатам 3D-примерки. [14]

Модели С–Е (оверсайз-жакет с геометрическими накладными элементами, структурный жакет с рельефными складками и жакет с асимметричным краем соответственно) решались исключительно методом цифрового прототипирования с последующим уточнением на физическом образце.

Сравнительный анализ методов конструирования. В ходе разработки коллекции была проведена сравнительная оценка пяти методов конструирования по критериям точности воспроизведения формы, трудоёмкости и полноты учёта свойств ткани (Табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ методов конструирования для создания сложных форм

Метод	Точность формы	Время разработки	Учёт св-в ткани	Применимость для сложных форм
Расчётно-графический (ЕМКО СЭВ)	Средняя	Высокое	Частичный	Ограниченная
Муляжный	Высокая	Высокое	Полный	Высокая
САПР (2D)	Средняя	Низкое	Частичный	Средняя
3D-виртуальное прототипирование	Очень высокая	Низкое	Полный (физ. модель)	Очень высокая
Комбинированный (САПР + 3D)	Очень высокая	Низкое	Полный	Оптимальная

Результаты анализа подтверждают преимущество комбинированного подхода (САПР + 3D-прототипирование) по совокупности критериев. Вместе с тем муляжный метод сохраняет незаменимые преимущества при работе с материалами, физические модели которых сложно параметризовать (буклированные ткани, ткани с нерегулярным ворсом). [15]

Технологические особенности обработки деталей. Изготовление образцов коллекции выявило ряд технологических особенностей, требующих специальных решений. Для моделей с выраженными объёмными элементами критичным оказалось соблюдение последовательности операций: обработка конструктивных рельефов предшествует влажно-тепловой обработке (ВТО), что позволяет использовать формовочный потенциал ткани до фиксации формы. [16]

Структурный жакет (модель D) потребовал разработки специального режима ВТО: температура утюжительной поверхности была снижена до 130 °С (вместо стандартных 150–160 °С для шерстяных тканей) во избежание деструкции синтетических нитей основы. Данное решение было обосновано результатами испытаний термостойкости, проведённых согласно ГОСТ ИСО 105-X11.

**Обсуждение результатов.** Полученные результаты позволяют сформулировать ряд концептуальных положений относительно

методологии проектирования женских жакетов сложных форм.

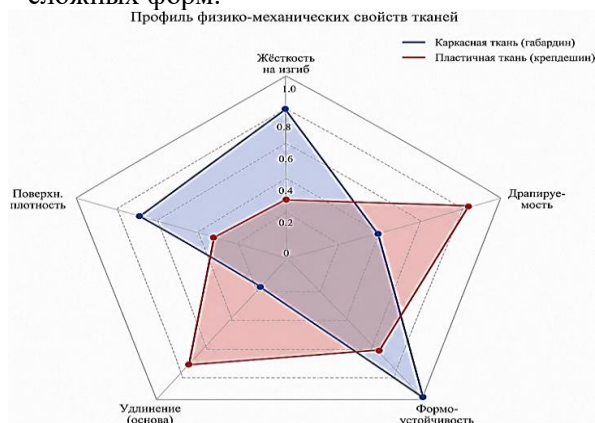


Рис. 2. Оценка точности воспроизведения запроектированного силуэта по результатам 3D-примерки

Во-первых, установлено, что традиционное разграничение между «художественным проектированием» и «конструкторской разработкой» является методологически контрпродуктивным при работе со сложными формами: материал должен рассматриваться как конструктивный элемент наравне с лекалом. Это согласуется с позицией Fattahi et al. [17], постулирующей примат материаловедческого анализа в процессе дизайна.

Во-вторых, практика разработки коллекции «Architectura» продемонстрировала, что 3D-прототипирование в CLO 3D редуцирует число физических итераций в среднем на 40% по сравнению с традиционным подходом, что соотносится с данными Lim et al. [18] Вместе с

тем критический анализ современных виртуальных примерочных (CLO 3D, Browzwear) выявляет, что их встроенные библиотеки тканей нередко используют усреднённые физические пресеты, что приводит к погрешностям при проектировании сложных форм - особенно в части локальной жёсткости узловых зон (дублирование лацканов, прокладки борта). Погрешность симуляции для структурных тканей в наших экспериментах составила 8–12%, подтверждая необходимость обязательной калибровки цифровых моделей по результатам инструментальных испытаний KES-F.

В-третьих, разработанный алгоритм МКФ продемонстрировал универсальность: его применение не ограничено жакетным ассортиментом и может быть экстраполировано на пальто, жилеты и структурные платья - то есть на весь спектр изделий с выраженной конструктивной формой.

**Заключение.** В результате проведённого исследования:

1) систематизированы физико-механические свойства тканей, определяющие возможности объёмного формообразования в жакетном ассортименте (жёсткость при изгибе,

драпируемость, усадка, формовочная способность);

2) разработана концептуальная трёхуровневая модель МКФ («Материал – Конструкция – Форма»), раскрывающая детерминистические зависимости между характеристиками ткани и конструктивно-технологическими решениями;

3) предложен шестиэтапный алгоритм проектирования коллекции, интегрирующий инструментальные испытания материалов, САПР и 3D-прототипирование;

4) апробирована коллекция «Architectura» из пяти моделей женских жакетов сложных форм, подтвердившая практическую эффективность разработанной методики.

Перспективы дальнейших исследований связаны с несколькими направлениями: (а) разработкой нейросетевого предиктора конструктивных прибавок на основе базы данных измеренных свойств тканей; (б) интеграцией KES-F протоколов в САПР-среду для автоматической параметризации цифровых моделей ткани; (в) масштабированием методики на нетканые и технические текстильные материалы; (г) адаптацией алгоритма МКФ для задач автоматизированного индивидуального производства (mass customization).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колосниченко М.В., Процик К.Л. *Мода і одяг*. Київ: ПП НВФ «Ліра-К», 2010. 238 с.
2. Андреева А.Н., Боровик Г.И. *Дизайн одежды: история, теория, практика*. СПб.: ВШМ СПбГУ, 2009. 288 с.
3. Киселёва Т.В. Основные элементы структуры формы современной одежды // *Молодой учёный*. 2016. № 8. С. 1155–1157.
4. Братчик И.М. *Конструирование женских пальто сложных форм и покровов*. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. 120 с.
5. Коблякова Е.Б. и др. *Конструирование одежды с элементами САПР: учебник*. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 2006. 464 с.
6. Mao N., Russell S.J. Modelling of fabric drapeability using a linearised cloth simulation // *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2006. Vol. 18, № 4. P. 263–277.
7. CLO Virtual Fashion Inc. *CLO 3D Official Documentation*. 2023. URL: <https://support.clo3d.com> (дата обращения: 15.03.2024).
8. Молодцова Л.В. *Формообразование в конструировании одежды: учеб. пособие*. М.: МГУДТ, 2011. 192 с.
9. Свойства материалов, учитываемые при проектировании одежды /авт. кол // *Молодой учёный*. 2017. №3 (137). С.97–101.
10. Казакова Н.Д. Геометрическая классификация сложных прост-ных форм в одежде // *Вестник МГУДТ*. 2017. №2. С.45–52.
11. Kawabata S. *The Standardization and Analysis of Hand Evaluation*. Osaka: The Textile Machinery Society of Japan 1980. 97 p.
12. *Материаловедение в производстве изделий лёгкой промышленности: учебник* / М.: Академия, 2014. 384 с.
13. Особенности проектирования швейных изделий из комплексных пол-х матер. // *Вестник КНУТД*. 2018. №4(123). С.53–60.
14. Черемных А.И. *Основы художественного конструирования женской одежды*. М.: Лёгкая и пищевая пром-ть, 1983. 192 с.
15. Медведева Т.В. *Конструирование одежды: технологии проектирования новых моделей: уч. пособ*. М.: Форум, 2013. 384 с.
16. Fattahi F., Darvishi S. The influence of fabric mechanical properties on clothing design // *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2020. Vol. 28, № 3. P. 87–94.
17. Lim H., Istook C.L.A. Drape simulation of woven fabrics by using solid mechanics based finite element method // *Fibers and Polymers*. 2011. Vol. 12. P. 1133–1140.
18. Choi K.F., Lam T.Y.L. Application of artificial neural networks in pattern making // *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2004. Vol. 16, № 5. P. 457–467.
19. Особенности конструирования изделий из различных материалов / под ред. Н.В. Иванченко // *Актуальные проблемы технологии и дизайна изделий из кожи и меха: сб. науч. тр.* Новосибирск: НГТУ, 2019. С. 45–51.
20. ГОСТ 10550-93. *Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жёсткости и драпируемости*. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1994.
21. ГОСТ 30157-95. *Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки*. Минск: ИПК Изд-во стандартов, 1996.
22. Eryuruk S.H., Kalaoglu F. The effect of fabric properties on the drapability of complex garment forms // *Textile Research Journal*. 2020. Vol. 90, № 5–6. P. 612–625.
23. Kuzmichev V., Surzhenko E. Computer-aided design of structural clothes // *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2019. Vol. 31, № 2. P. 234–245.
24. Naylor G. et al. Algorithm-based approach to dynamic ease in formal wear // *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*. 2021. Vol. 9, № 4. P. 1–8.

- Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Исмаилов Ж.Б., Нуралиев О.У., Акромов У.А., Чориев Х.И.** Термодинамический анализ процессов восстановления оксидов металлов конвертерного шлака клинкером ..... 172
- Марданова Ю.У., Камалова Д.И., Абед Н.С.** Исследование структуры полупроводниковых композиционных полимерных материалов на основе полиметилметакрилата методом ИК-спектроскопии..... 176
- Jalilov Sh.N., Karomatov S., Safarov A.R.** Mochevino-formaldegid smolasini kraxmal, melamin va PVX asosida modifikatsiyalab olingan yelimlovchi-bog'lovchilarning fizik-kimyoviy tahlil usullarini o'rganish..... 179

## 6. Проблемные обзоры

- Нормаматов А.М., Эркаев А.У., Эркаева Н.А., Шамаксудова Д.С. Бобокулов А.Н.** Сув тозалаш иншооти чўкиндисини комплекс қайта ишлаш ..... 181
- Абед Н.С., Негматов С.С., Сергиенко В.П., Бухаров С.Н., Косимов Ш.Б., Туляганова В.С., Шамсиева С.С., Эшқобилов О.Х., Джабаров Б.Т.** Влияние электропроводящих и полупроводниковых наполнителей на электризацию полимерных покрытий при трении с хлопком-сырцом ..... 185
- Mamirov A.M., Olimov L.O.** Granullangan kremniy nanozarralarini qarshilik vositasi bilan qizdirib birlashtirish orqali kremniy sirtida metallokompozit omik kontaktlar hosil qilish muammolari va yechimlari ..... 188
- To'xtayev S.A., Amonov M.R., Axmedov M.M.** Neft-gaz sanoatida qo'llanilgan kompressor moylarini sorbentlar asosida tozalash ..... 191
- Рахимова М.Ш., Томилини Д.В.** Разработка коллекции женских жакетов сложных форм с учётом физико-механических свойств тканей ..... 194
- Ахмедов Р.Т.** Композиционные материалы в создании функциональных и декоративных меховых изделий ..... 199
- Ахмадалиев Ш.Ш.** Композицион материалларни деформациялашда кучланган-деформацияланган холат экспериментал тадқиқот усулларининг таҳлили ..... 202
- Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Исмаилов Ж.Б., Нуралиев О.У., Акромов У.А., Чориев Х.И.** Механизм взаимодействия конвертерного шлака и клинкера при восстановлении оксидов металлов ..... 204
- Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Негматов С.С., Абед Н.С.** Исследования состояния и анализ полимерных связующих применяемых в производстве древесно-пластиковых плитных материалов ..... 206
- Rahmonova M.S., Eshqobilov O.X.** Lok-bo'yoq materiallar va ularning tarkibidagi to'ldiruvchilarni xossalari ta'siri ..... 209
- Дадаходжаев А.Т., Рахматов У.Н., Абдуллаева Д.К., Собитов О.С., Мусабаев Д.Т.** Ресурсоберегающая технология получения микроудобрения -гептагидрата сульфата цинка ..... 211
- Юсупов А.А., Райимкулов С.Х., Сайфуллаев Ж.Ж.** Методы формовки труб большого диаметра и перспективы расширения производственных мощностей трубного производства Узбекистана ..... 212
- Абдалимов Д.О., Тураходжаев Н.Дж., Чоршанбиев Ш.М., Таджиев Н.Х., Тўраев А.Н., Парпиев Р.А.** Бронза қотишмасидан заргарлик буюмларини қуйиш усуллари, нуқсонлар ва уларни бартараф этиш ..... 215
- Jalilov Sh.N., Karomatov S., Safarov A.R.** Mochevino-formaldegid smolasini kraxmal, PVX, EPXG va melamin asosida modifikatsiyalab olingan yelimlovchi bog'lovchi kompozitsiyaning TGA/DTA hamda SEM tahlilini o'rganish ..... 218

## 7. Вести из лаборатории

- Косимова М.Н.** Опытные-производственные испытания разработанных композиций при крашении хлопко-вискозных тканей ..... 221
- Негматов С.С., Анварова З.А., Султанов С.У.** Разработка технологического процесса и режимов получения ненаполненных композиций из ацетат целлюлозных композиций ..... 221
- Samadova L.Sh., Yakubov M.M., Yakubov O.M., Maksudxodjayeva M.S.** Mineral va texnogen xomashyoning qiyin boyitiluvchanligini eritish usuli orqali to'liq ochish imkoniyati ..... 223