

ISSN 1694-7193

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Ж.ЖЕЕНБАЕВА НАН КР  
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА РАН  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,  
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ им. Н. ИСАНОВА  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ВОЛНОВОЙ И ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ МГУ им. М.В.ЛОМОНОСОВА  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОНД им. Х.А.РАХМАТУЛИНА И Т.О.  
ОРМОНБЕКОВА

НАУЧНЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ИЛИМИЙ ЖАНА МААЛЫМАТ ЖУРНАЛЫ

г. Бишкек  
№ 1/2018(14)

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ISSN 1694-7193

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Ж.ЖЕЕНБАЕВА НАН КР  
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА РАН  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ им. Н. ИСАНОВА  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИННОВАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ВОЛНОВОЙ И ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ МГУ им.  
М.В.ЛОМОНОСОВА  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОНД им. Х.А.РАХМАТУЛИНА И  
Т.О. ОРМОНБЕКОВА

Научный и информационный журнал

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

г. Бишкек

№ 1/2018(14)



ИЛИМИЙ  
ЖАНА МААЛЫМАТ

№1/2018(14)

НАУЧНЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

## ЖУРНАЛЫ

Учредитель журнала:

Институт Физики им. академика  
Ж.Жеенбаева  
НАН Кыргызской Республики

Журнал зарегистрирован в Министерстве  
юстиции Кыргызской Республики.

Свидетельство о регистрации  
№ 1509 от 10.03.2009 г.

ISSN 1694-7193

Авторы опубликованных материалов  
несут полную ответственность за  
содержание и достоверность  
приведенных сведений.

Ответственные за выпуск: Барпиев Б.Б.,  
Аманжан к Ж.

Адрес редакции:

720071, Кыргызская Республика, г. Бишкек,  
проспект Чуй, 265-4.  
Тел.: 996 (312) 64-26-57, 44-94-76.  
Факс: 996 9312) 39-19-26, 44-94-75.  
E-mail: itpr@intuit.kg



## ЖУРНАЛ

Главный редактор

Жумалиев К.М., академик НАН КР., д-р.  
техн.наук, профессор.

Зам. главного редактора

Абдыкалыков А.А., академик МАТ (ИТА), д-р.  
техн.наук, профессор.

Ответственный секретарь

Барпиев Б.Б., к.ф.-м.н., с.н.с.

Члены редколлегии:

Авербух И.Х., д.ф.-м.н., профессор, (Израиль);  
Акимов П.А., д.т.н., профессор, чл.-корр. РААСН  
(Россия);

Айдаралиев Ж.К., к.т.н., доцент;

Асанов А.А., д-р. техн.наук, профессор;

Ассакунова Б.Т., к.т.н., профессор;

Бальзаников М.И., д.т.н., профессор (Россия);

Барабаш И.В., д.т.н., профессор (Украина);

Бегалиев У.Т., к.т.н., член EERI и ASSISI;

Дуйшоналиев Т.Б., д-р.техн.наук, профессор;

Жеенбаев Н.Ж., д-р.физ.-мат.наук, профессор;

Иманкулова А.С., д-р.техн.наук, профессор;

Касмамытов Н.К., д-р.физ.-мат.наук;

Касымов Т.М. – к.т.н., доцент;

Курдомова В.М., д-р.техн.наук, профессор;

Мавлянов А.С., д.т.н., член-корр. НАН КР;

Матышева А.К., к.т.н., профессор;

Низамов Р.К., д-р.техн.наук, профессор(Россия);

Садуакасов М.С., д.т.н., профессор(Казахстан);

Соловьев В.И., академик КАМК и НИА РК д.т.н.,  
профессор (Казахстан);

Сулайманова С.М., д-р.физ.-мат.наук.,  
профессор

Тюреходжаев А.Н., д-р.физ.-мат.наук, академик  
ИАН РК (Казахстан).

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР  
АКАДЕМИЯСЫ КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРУУ жана

ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

КР УИА Ж. ЖЕЕНБАЕВ ат. ФИЗИКА ИНСТИТУТУ

РИА П.П. ШИРШОВ ат. ОКЕАНОЛОГИЯ ИНСТИТУТУ

И. РАЗЗАКОВ ат. КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК

УНИВЕРСИТЕТИ

Н. ИСАНОВ ат. КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК КУРУЛУШ, ТРАНСПОРТ

ЖАНА АРХИТЕКТУРА УНИВЕРСИТЕТИ

ЭЛАРАЛЫК ИННОВАЦИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАР УНИВЕРСИТЕТИ

М.В. ЛОМОНОСОВ ат. ММУ ТОЛКУН ЖАНА ГАЗ ДИНАМИКАСЫ

КАФЕДРАСЫ

Х.А. РАХМАТУЛИН жана Т.О. ОРМОНБЕКОВ ат. ЭЛАРАЛЫК

ИЛИМИЙ ФОНДУ

# МАТЕРИАЛТААЛУУ

ИЛИМИЙ ЖАНА МААЛЫМАТ ЖУРНАЛЫ

Бишкек ш.

№ 1/2018(14)

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
INSTITUTE OF PHYSICAL AND TECHNICAL PROBLEMS AND MATERIALS-KEEPING  
OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
INSTITUTE OF OCEANOLOGY named after P.P. SHIRSHOV  
OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY named after I.RAZZAKOV  
KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION, TRANSPORTATION  
AND ARCHITECTURE named after N. ISANOV  
INTERNATIONAL UNIVERSITY FOR INNOVATION TECHNOLOGIES  
WAVE AND GAS DYNAMIC DEPARTMENT OF MOSCOW STATE UNIVERSITY  
named after M.V. LOMONOSOV  
INTERNATIONAL SCIENTIFIC FOUND n.a. H.A. RAHMATULIN and T. ORMONBEKOV

SCIENTIFIC & INFORMATIONAL JOURNAL  
**MATERIALS KNOWLEDGE**

Bishkek  
№ 1/2018(14)

УДК 691.542

ӨНДҮРҮШ КАЛДЫКТАРЫНАН ПОРТЛАНЦЕМЕНТТИН ТЕХНОЛОГИЯСЫН  
ИШТЕП ЧЫГУУ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОРТЛАНЦЕМЕНТА ИЗ ОТХОДОВ

ПРОИЗВОДСТВА

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF PORTLAND CEMENT FROM  
WASTE PRODUCTS

к.т.н., проф., Ассакунова Б.Т.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., Барпиев Б.Б.<sup>2</sup>, магистр, Аманжан к Ж.<sup>2</sup>,  
магистрант, Торокулова А.А.<sup>1</sup>

1 – КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызстан, г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34а,

2 – Институт Физики им.Ж.Жеенбаева НАН КР, 720071, г.Бишкек, пр.Чуй 265-а,

B.T. Assakunova<sup>1</sup>, Ph.D., professor, B.B.Barpiev<sup>2</sup>, Ph.D., professor, Amanjan k J.<sup>1</sup>  
master, A.A. Torokulova<sup>1</sup> undergraduate

1 - The department PESMIK, KGUSTA them. N.Isanova, Bishkek, st. Maldybaev 34a,

2 - Institute of Physical of the National Academy of Sciences them J.Jeenbaev of the Kyrgyz  
Republic, 720071, Kyrgyzstan, Bishkek, Chui Ave. 265-a, E-mail: bakyt@bk.ru

**Аннотация.** Статьяда энергоэффективдүү цемент чапаштыргычын чыгарууну көбөйтүү үчүн өндүрүш калдыктарын (мрамор) жана глиежди колдонуу мүмкүнчүлүгүнүн изилдөөлөрүн өткөрүү натыйжалары келтирилген. Мрамордун калдыгынан жана глиежден турган компоненттерди колдонууда, цемент чийки затын күйгүзүү температурсы күйүк тектеги чала күйгөн калдыктарынын эсебинен төмөндөйт, бул кошумча жылуудук булагы болот.

**Ачык сөздөр.** Мрамор, күйүк тектер, интенсификация, клинкердин пайда болушу, күйгүзүү, чийки зат аралашмасы, шекер өндүрүүнүн калдыгы.

**Аннотация.** В статье представлена возможность получения и увеличения выпуска энергоэффективных цементных вяжущих с использованием промышленных отходов и горелых пород для снижения температуры клинкерообразования. При использовании компонентов, состоящего из отходов мраморов и глиежа температура обжига цементной сырьевой смеси снижается за счет остатки несгоревшего угля в горелой породе который будет дополнительным источником тепла.

**Ключевые слова.** Мрамор, горелые породы, интенсификация, клинкерообразование, обжиг, сырьевая смесь, отход сахарного производства.

**Annotation.** The article presents the possibility of obtaining and increasing the production of energy-efficient cement binders using industrial waste and burnt rocks to reduce the temperature of clinker formation. When using components consisting of waste marbles and gliezh, the firing temperature of the cement raw mixture is reduced by the remains of unburned coal in the burnt rock which will be an additional source of heat.

**Keyword.** Marble, burning rocks, intensification, clinker formation, firing the raw material mixture, raw mix, the waste of sugar production.

Рост темпов строительства в республике обуславливает повышение потребности в цементных вяжущих. Несмотря на то, что выпуск цемента осуществляется на 3-х действующих предприятиях «ЮЗСМ», «ЮКЗ» в Кызыл – Кие и «КЦЗ», потребность строительства в полной мере не обеспечивается [1].

Одним из эффективных путей увеличения выпуска цемента является интенсификация процесса обжига клинкера за счет замены части сырьевой смеси отходами и побочных продуктов промышленности.

Использование отходов производства, содержащих различные соединения вызывает необходимость исследования их влияния на процессы клинкерообразования и свойства клинкера. Утилизация отходов позволяет также решить проблему охраны окружающей среды, которая является в настоящее время одной из актуальных проблем Кыргызской Республики.

В последние годы возрастает интерес к использованию новых видов цементного сырья, способного заменить (полностью или частично) глинистые породы в составе сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера [2].

В этой работе использовались глиежи Таш-Кумырского (участок Сары-Камышский) месторождения для установления пригодности их как глинистого компонента цементной сырьевой шихты.

Глиеж, естественнообожженные породы, представляют собой породы осадочного происхождения. Образовались в результате подземных пожаров на месторождениях каменного угля. Общее требование к глинистому компоненту цементной шихты – это наличие в нем главных окислов  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , и  $Fe_2O_3$  в количественных соотношениях, обеспечивающих возможность получения клинкера заданного состава [5]. Химический состав глиежа представлен в табл.3. Горелые породы Таш-Кумырского месторождения представлены глинами, алевролитами и песчаниками. Глины и алевролиты составляют 74,3% от общей мощности горелых пород, песчаники – 25,61% [3].

Содержание активного глинозема – 0,99-11,64%;

Средний предел прочности горелых пород в насыщенном водой состоянии составляет 220,1 – 1019,9 МПа.

Средний предел прочности в сухом состоянии составляет 363,0 – 1324,4 МПа.

Таблица 1. Физико-механические свойства глиежа

Наименование сырья	$\rho_{ист}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{ср}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{нас}$ , г/см <sup>3</sup>	Пустотность, %	Пористость, %	Водопоглощение, %	Влажность, %	Твердость по шкале Моосе	Мрз, цикл
Глиеж	2,61	2,32	1,270	44,8	15,0	4,64	0,3	5-6	75

Таблица 2. Гранулометрический состав пробы глиежа

№	Наименование остатка	Номера сит										
		70	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Прошло через сито 014
1	Частные, г	680	210	905	945	832	565	1,78	270	153	150	92
2	Частные, %	13,6	4,2	18,1	19,5	16,64	11,3	3,56	5,4	3,06	3,0	1,84
3	Полные, %	13,6	17,8	35,9	55,4	72,04	83,34	86,9	92,3	95,36	98,36	100

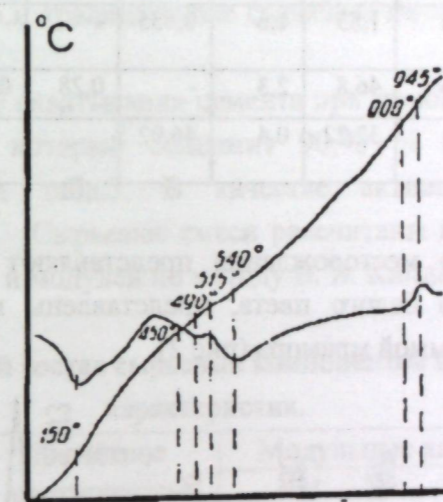


Рис.1 Кривая нагрева глиежа

Кривая нагрева имеет три эндотермических эффекта (при 150°, 450-490° и 515-540°) и один экзотермический эффект (при 945°), что указывает на полиминеральность глиежа. Первый эндотермический эффект при 150°, связан с выделением гигроскопической влаги. Эффекты при 450 и 490°, отвечают термическим эффектам карбонатов, а эффекты при 515-540° и 945° типичны для каолина.

Горелые породы представляют собой материал, уже подвергавшийся термической обработке, поэтому в процессе обжига клинкера потребность тепла на дегидратацию глинистого компонента сократится, а остатки несгоревшего угля в горелой породе будут являться дополнительным источником тепла.

В работах Т.Н.Сиверцова, П.П.Будникова и Т.Н.Книгиной гидравлическая активность глиежей изменяется наличием нескольких активных компонентов: кремнеземистого, железистого алюминатного [5].

Из приведенных выше результатов исследований и испытаний можно предварительно заключить, что горелые породы Таш-Кумырского камнеугольного месторождения (глина, алевролиты и песчаники) обладают высокой гидравлической активностью и могут быть использованы для производства портландцементных вяжущих.

Таш-Кумырское месторождение глиежей расположено в 33 км от железнодорожной станции Уч-Курган, в 0,5 км к востоку от г.Таш-Кумыр, в Ноокенском районе Джалал-Абадской области, на абсолютных высотах 700-900 м.

Запасы глиежей по восточной части участка подсчитаны в количестве 5061,2 тыс.м<sup>3</sup> по категории С<sub>1</sub>. Ресурсы западной части участка отнесены к категории Р<sub>1</sub> и составляют 3060,0 тыс.м<sup>3</sup>. Общий объем горелых пород (глиежей) составляет 8121,2 тыс.м<sup>3</sup>.

Для производства цемента весьма привлекательным являются многотоннажные отходы разработки и добычи мраморов Чычканского месторождения, т.к. они представлены в основном чистым кальцитом и могут служить основным известковым компонентом сырьевой шихты. Химический состав мраморов Чычканского месторождения представлен в табл. 3.

Таблица 3- Химический состав сырьевых материалов

Материалы	Содержание оксидов											Σ
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	п.п.п.	
Отходы мраморов.	0,96	0,62	0,31	55,38	0,24	-	-	0,02	-	-	41,82	100
Глиеж Таш-Кумыр	57,14	13,9	8,0	1,85	1,6	0,455	-	-	10,6	-	7,31	100
Дефекат	3,7	0,1	0,6	46,8	2,3	-	0,28	0,24	0,14	-	45,20	100
Гипс Ташлак				32,22	0,4	46,92			0,04	19,0		99,81

Мраморы Чычканского месторождения представляют собой однородную плотную породу от светло-серого до белого цвета, представлены минералом кальцитом, что подтверждается дифрактограммой мрамора (рис 2).

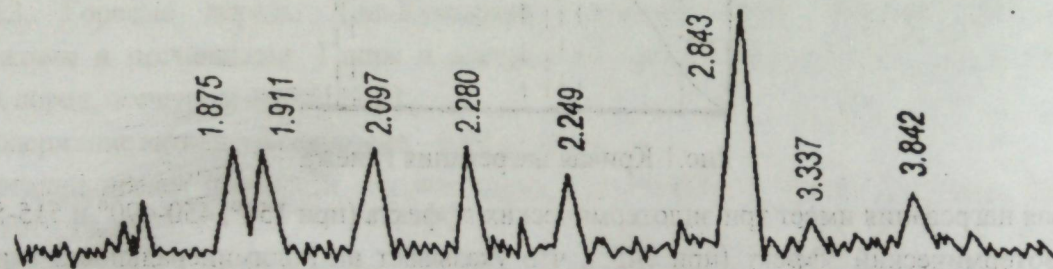


Рис 2. Рентгенограмма мрамора Чычканского месторождения

Из анализа дифференциальной кривой на термограмме мрамора (рис. 3) наблюдается ярко выраженный эндотермический эффект, начало которого наблюдается при температуре 750 °С и заканчивается при температуре 920 °С, что соответствует разложению CaO.

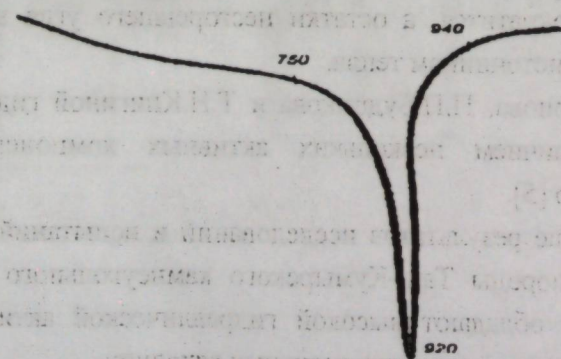


Рис 3. Дифференциально-термический анализ мрамора Чычканского месторождения

Средняя плотность мраморов составляет 2,50–2,57 г/см<sup>3</sup>, характеризуются водопоглощением 0,5–1,0 %, пористость их составляет не более 3 %. Предел прочности при сжатии примерно 1200 кгс/см<sup>2</sup>, характеризуются относительно высокой прочностью при истирании, твердость по шкале Мооса 3 /1/.

Весьма ценным отходом для цементной промышленности является отход сахарного производства – фильтрационный осадок или дефекат. Фильтрационный отход или дефекат известьсодержащей композиции образуется в процессе очистки сахарных сиропов гашенной известью, которая в результате технологических операций насыщается большим количеством органических и минеральных компонентов, после чего сбрасывается в отвалы.

Химический состав фильтрационного осадка идентичен с химическим составом карбонатных пород, т.к. органические вещества удаляются за счет естественной карбонизации гидроксида кальция, увеличивается количество карбонатов в материале. По содержанию карбоната фильтрационный осадок (Каинда CaO – 46,8 %, Карабалта CaO – 48,1%) на таком же уровне что и традиционные сырьевые материалы (известняк Агалатасс CaO – 44,22 %).

Для регулирования сроков схватывания цемента при помолу клинкера добавлялся гипс Ташлакского месторождения, который содержит 90,78 % гипса, ангидрита -5,97 %. химический состав приведен табл.3. В качестве активной минеральной добавки использовалась глиеж 20 %. Сырьевые смеси рассчитаны по значениям коэффициента насыщения (КН 0,9-0,92, 0,85) и модулей по методу В. В. Кинда, результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4. Вещественный состав сырьевых компонентов в зависимости от модульных характеристик.

№ смеси	Расчетное соотношение мрамора, %	Расчётное соотношение глиежа, %	Модульные характеристики			t-обжига
			КН	n	p	
1	73,9847	26,0152	0,9	2,99	2,8	1300
2	74,1949	25,8051	0,91	2,991	2,8	1300
3	74,3984	25,6016	0,92	2,988	2,79	1300
4	73,1216	26,8817	0,85	2,78	2,76	1300

Для приготовления сырьевой шихты, материалы измельчали в лабораторной мельнице до полного прохождения через сито № 008. Образцы размером d=18 мм, h=20 мм изготавливали методом прессования на гидравлических прессах под давлением 25,0 МПа. До обжига образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 110 °С в течение 2ч. Затем образцы подвергли термической обработке в лабораторной силитовой печи.

Расчеты сырьевой шихты, целью которых является определение весового соотношения между компонентами шихты и определение химического и минералогического состава клинкера, проведены для 3-компонентной шихты: мрамор (Чычкан), глиеж (Сары-Камыш) и корректирующая добавка - дефекат (отход сахарного производства).

2-х компонентная сырьевая шихта трудноспекаемая, процесс декарбонизации происходит при более высоких температурах. Для облегчения процесса спекания добавляли 30-50 % дефеката, который представлен кальцитом с поверхности весьма непрочным, поэтому его добавляли в шихту в процессе помола сырьевых материалов.

Комбинированный карбонатный компонент обжигался более мягко, однако температура обжига была также высокой -1300 °С. Поэтому с целью снижения температуры

обжига в сырьевую шихту добавляли дефекат совместно с пиритными огарками введение, которого изменяет картину процесса декарбонизации рис. 4.

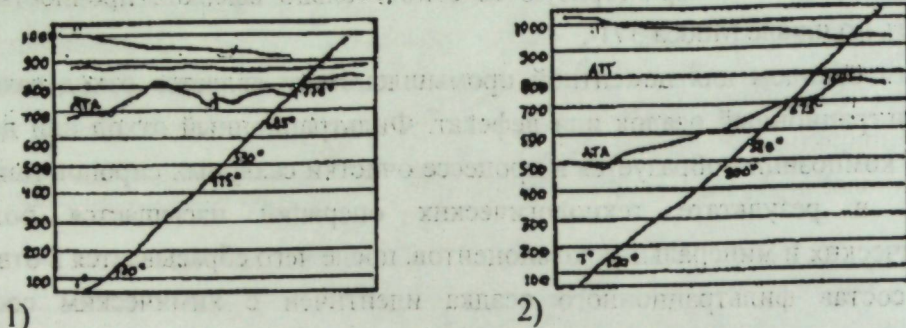


Рис. 4 Кривые ДТА дефеката с добавкой и без добавок:

1-дефекат; 2- дефекат и пиритные огарки

Физико-механические характеристики полученных цементных вяжущих представлены в табл.5.

Таблица 5. Физико-механические характеристики полученных цементных вяжущих

Соста-вы	Марка вяжу-щего	НГ, %	Сроки схватывания		Тонкость помола через сито № 008	Предел прочности, МПа, в возрасте			
			Нач.ч. мин	Кон.ч. мин		На изгиб		На сжатие	
						3	28	3	28
1	M400	24,5	3,30	4,45	-		6,2		39,2
2	M500	23,7	2,44	6,39	90		8,2		41,2

#### Выводы:

1. Приведенный расчет сырьевых материалов мрамора на месторождении Чычкан, глиежей на месторождении Сары-Камыш и дефекат показал, что они имеют физико-химические параметры, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым в качестве цементного сырья, и пригодны для производства портландцемента необходимого качества.

2. Кроме улучшения минералогического состава клинкера от использования горелых пород в качестве глинистого компонента следует ожидать улучшения ряда технологических показателей:

- горелые породы обладают меньшей водопотребностью, чем глины, и поэтому шлам из горелой породы при меньшей влажности будет обладать той же текучестью;

- несгоревшие частички угля, присутствующие в горелой породе, в процессе помола сырьевой шихты будут являться интенсификатором помола, что позволит или увеличить производительность мельниц, сохранив тонкость помола шихты, или повысить последнюю при сохранении производительности мельниц и тем самым улучшить качество клинкера.

3. Установлено что при использовании компонентов, состоящего из отходов мраморов и глиежа температура обжига цементной сырьевой смеси снижается на 100-120 °С за счет остатка несгоревшего угля в горелой породе который будет дополнительным источником тепла;

-разработана энерго-ресурсосберегающая технология получения цементных вяжущих с использованием отходов промышленности и аграрного комплекса, что способствует расширению сырьевой базы, номенклатуры продукции, утилизации отходов, улучшению окружающей среды и снижению себестоимости конечной продукции.

#### Список использованных литератур:

1. Абдыкалыков А.А., Абдылдаев Н.С., Ассакунова Б.Т., Степовая Н.М. «Сырьевые ресурсы и перспективы развития основных строительных материалов в Кыргызской Республике»./ Бишкек: КыргызНИИТИ, 1996. 48 с.
2. Ассакунова Б.Т., Барпиев Б.Б., Аманжан к.Ж. «Сульфатсодержащие цементы с использованием природных глинокарбонатногипсов». Матер.VI Междун.межвуз.конф. «Инновационные технологии и передовые решения», журнал Наука и инновац-е технологии №/2018 (3) май 2018 г.
3. Жумалиев К.М., Абдыкалыков А.А., Алымкулов С.А., Барпиев Б.Б., Абытов А.Б. Аксыйский портландцемент. – Бишкек: Илим, 2013. – 160с.
4. Бакеев Д.М. Технология сульфатсодержащего цемента на низкоалюминатном сырье. // Авт дисс. на соиск. уч. степени к.т.н., М. 2010г.
5. Атакузиев Т.А., Кузнецова Т.В., Искандерова М.И. Цветные цементы по малоэнергоёмкой технологии. Ташкент: Фан, 1988г. 101 с.

УДК 624.042.8

#### ҮЙДҮН ДИНАМИКАЛЫК АБАЛЫН ЧЕКТҮҮ ЭЛЕМЕНТТЕР МЕТОДУ МЕНЕН МОДЕЛДӨӨ

Бегалиев У.Т. (1), Петрина И. (2), Бинди Д. (3), Петрович Б. (3), Орунбаев С. (4), Шералиев Т. (4), Мостбок А. (2) E-mail: [utbегалиев@mail.ru](mailto:utbегалиев@mail.ru)

- (1) Элларалык инновациялык технологиялар университети, Бишкек, Кыргыз Республикасы
- (2) Техникалык университет, Берлин, Германия
- (3) Герман Геоолимпдер изилдөө борбору, Потсдам, Германия
- (4) Борбордук Азиядагы жерди колдонмо изилдөө институту, Бишкек, Кыргыз Республикасы

**Аннотация.** Санарип байланыштардын пайда болуусу маалыматтарды иштеп чыгууда, сактоодо, алмашууда жаңы ыкмаларды колдонуу талаптанууда. Локалдуу жана трансграничалуу жер титирөөлөрдүн рисктерин азайтуу максатында Борбордук Азия аймагындагы сейсмологиялык маалыматтар менен алмашууну бириктирүү адистер тарабынан тездетилди.

Анын негизин түзүү үчүн Борбордук Азия боюнча санарип сейсмикалык станцияларынын унификацилык байланышы пайда болду. Атайын ыкма менен үйдөрдүн учурдагы абалын мониторинг жүргүзүү мүмкүнчүлүгү жаралды. Үйдүн конструктивдүү мерчемин анализдөө үчүн грунттун ар кандай тибин сейсмикалык интенсивдүүлүгүнө жараша тандоо зарыл. Мындай учурда сейсмодатчик орнотулган үйлөрдүн учурдагы реалдуу абалын көрсөтө алат.

**Ачык сөздөр:** санарип байланыштар, сейсмодатчик, учурдагы маалымат, үйдүн динамикалык абалы.

#### ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Бегланев У.Т. (1), Петрина И. (2), Бинди Д. (3), Петрович Б. (3), Орунбаев С. (4), Шералиев Т. (4), Мостбок А. (2)

- (1) Международный университет инновационных технологий, Бишкек, Кыргызская Республика

- (2) Технический университет, Берлин, Германия  
 (3) Германский центр исследований Земли, Потсдам, Германия  
 (4) Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызская Республика

**Аннотация.** Создание цифровых сетей потребовало новых подходов к обработке данных, их хранению и обмену. Для уменьшения риска от возможных местных и трансграничных землетрясений специалистами ускорены работы, направленные на объединение усилий по организации обмена сейсмологическими данными в регионе Центральной Азии.

Для создания основ такого обмена создана унифицированная сеть опорных цифровых сейсмических станций в Центральной Азии. Мониторинг поведений зданий в реальном времени можно осуществить на основании специальной методики. Необходимо ставить задачу анализа конструктивных решений зданий, расположенных на территориях разной сейсмической интенсивности с разными категориями грунтов. При этом результаты будут показывать реальное поведение зданий, на которых установлены датчики.

**Ключевые слова:** цифровые сети, сейсмодатчик, данные в реальном времени, динамическое поведение здания.

### DYNAMIC BEHAVIOR OF THE BUILDING BASED ON MODELLING BY THE METHOD OF FINAL ELEMENTS

Begaliev U.(1), Petryna Y. (2), Bindi D.(3), Petrovic B.(3), Orunbaev S.(4), Sheraliev T.(4), Mostböck A.(2) E-mail: [utbegaliev@mail.ru](mailto:utbegaliev@mail.ru)

- (1) International University of Innovation Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan  
 (2) Technical University TU, Berlin, Germany  
 (3) German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany  
 (4) Central Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgyzstan

**Annotation.** The creation of digital networks requires new approaches to data processing, storage and exchange. All struggle aimed at combining efforts to organize the exchange of seismological data in the region of Central Asia.

To create such an exchange, a unified network of reference digital seismic stations in Central Asia has been created. Monitoring the behavior of buildings depending on time carried out on basis of special techniques. It is required to set the task of analyzing the constructive solutions of buildings existing in territories of different seismic speed with different categories of soils. The results will show the actual behavior of the buildings.

**Keywords:** digital networks, seismic data, real-time data, dynamic behavior of building.

Город Бишкек, основанный в 1825 году, это самый крупный город в Кыргызстане с около 860000 жителей в 2010 г. Бишкек быстро расширяется и, начиная с 1970-х годов, он вырос почти в два раза его населения (436,459 жителей в 1970). Город расположен в одном из самых больших депрессий Северного Тянь-Шаня, бассейна реки Чу. Этот бассейн ограничен горами Чу-Илийского на севере и Киргизского хребта на юг, где система разломов Иссык-Ата, находится, который контролирует опасность для Бишкека. Ниже городской площади Бишкека, глубина фундамента палеозоя, как ожидается, как правило, уменьшаются с севера (около 1 км) на юг (около 3 км). Четвертичные отложения рек Ала-Арча и Аламедин, состоящий из гравия, щебня, и песчаного материала, толщиной 200-300 залегают

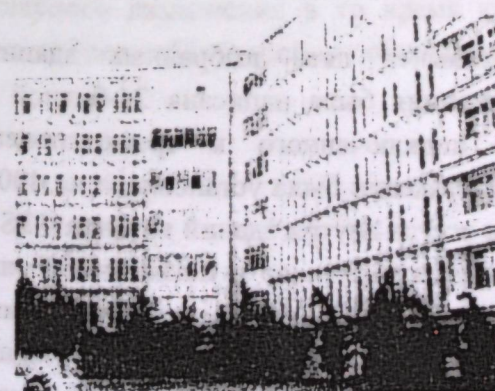
третичном образований. Parolai и др. (2010) показали, что россыпные материалы являются весьма жесткими, со средними скоростями S-волны в мелководных слоях около 600 м/с. Значительные эффекты амплификации сайта, как ожидается, в Бишкеке, в широком диапазоне частот и с увеличением амплитуды в северной части города (Parolai и др. 2010, Ullah и др. 2012.).

Систематическая квалификация зданий с точки зрения их сейсмической безопасности может быть гораздо более эффективным, если типовые здания исследованы различными методами. С этой целью в Бишкеке выбраны 5 типичных зданий для измерения вибрации и детального численного анализа. В таблице 1 приведены общие сведения об этих зданиях. Кроме того, на рисунке 1 показывает их расположение в городе Бишкек и на рисунке 2 общий вид.

Четыре здания жилые из них, одно здание является то, что Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (КГУСТА). Два из них являются типичными домостроительства бывшего советского типа и две другие новые здания с типичной железобетонной конструкции рамы. КГУСТА является специальным зданием университета с советских времен. Конструкции были выбраны образцы различных классов уязвимости, с целью получения информации, также полезны для анализа производительности после землетрясения.



Рис.1 Расположение 5 зданий, где установлены датчики наблюдения

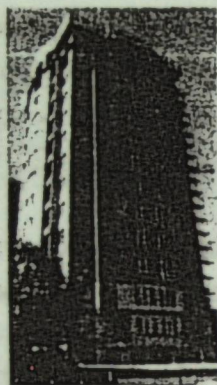


КГУСТА

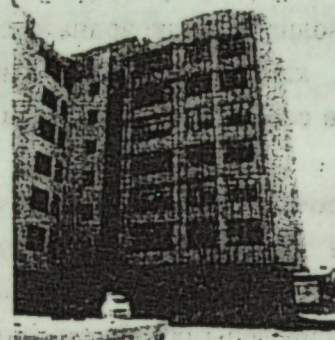


КПД с изоляцией





пр. Мира



7-этажное здание



Крупнопанельное 464 серии

Рис.2 Вид экспериментально исследованных зданий в Бишкеке

Таблица 1 – Информация о выбранных объектах по г.Бишкек

Наименование, год строительства	Конструктивная схема, количество этажей/датчиков	Примечания
А. КГУСТА им. Н. Исанова, 1990-92	Железобетонный сборный каркас навесными, 7эт/40датчиков стеновыми панелями	Состоит из двух боковых и одного центрального блока, между собой разделены антисейсмическими швами
Б. КПД с изоляцией, 1985-1986	Крупнопанельное здание, 9эт/37датчиков	Уникальное свойство: сейсмоизоляция основания и демпфирующее устройство на крыше
В. Проспект Мира, 2013	Здание монолитного железобетонного каркаса с диафрагмами жесткости и кирпичным заполнением, 14эт/40датчиков	Двойной симметричный план, не завершена строительством
Г. 7-этажное здание, 2012	Монолитное каркасное здание с кирпичным заполнением, 7эт/25датчиков	Одно из трех блоков здания, разделенная антисейсмическими швами, не завершена строительством
Д.Крупнопанельное 464 серии, 1968-1975	Крупнопанельное здание 464 серии, 4эт/39датчиков	Четыре идентичных блока

Окружающие колебания были зафиксированы в пяти выбранных зданиях с использованием сейсмических станций. Каждая станция была написана 24-битной DSS-CUBE3 дигитайзером (<http://www.omnirecs.de/>), подключенного к трехкомпонентной сейсмоприёмника 4,5 Гц (рисунок 3). Частота дискретизации была установлена на 400 Гц и сроки был обеспечен встраиваемая GPS. Так как не всегда внутри зданий антенна GPS была приема сигнала, процедура синхронизации времени проводили до и после измерений для того, чтобы исправить позже для возможных временных задержек с помощью программного обеспечения. Количество используемых датчиков и время сбора варьируется от здания к зданию. Всякий раз, когда было возможно, были установлены три датчика на каждом этаже и один снаружи здания, вплоть до максимального числа 40 точек измерения на одном здании

(таблица 1). Шум был записан минимум три часа в дневное время (например, здания А, Г, Д) до 12 часов в ночное время (например, здания Б и В).

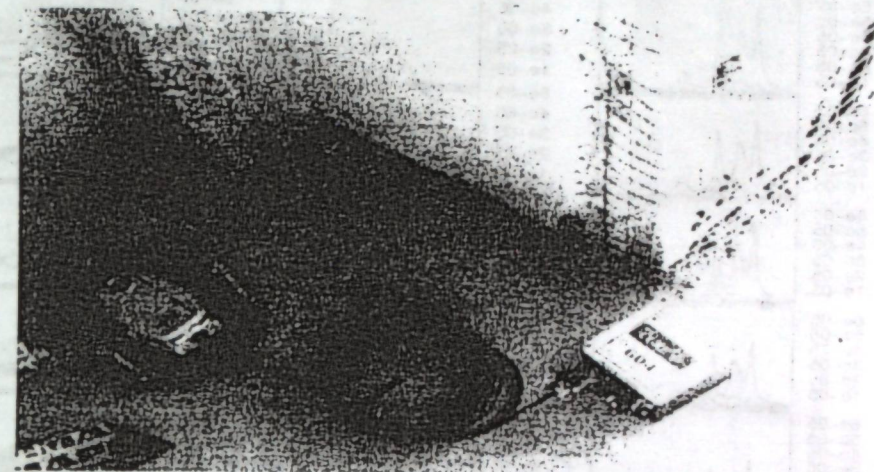


Рис.3. Пример инструмента, используемого для исследования шума. Каждая станция оснащена 24 битным CUBE дигитайзера, подключенного к 4,5 Гц геофона (желтый).

Обработка данных включает в себя преобразование данных из формата CUBE приведенного к стандартному MiniSEED один (например, [http://www.fdsn.org/seed\\_manual](http://www.fdsn.org/seed_manual)) и коррекции для инструментального ответа, фильтрации данных ниже 0,5Гц. Спектральный анализ проводился для предварительного определения основных частот колебаний. Для вычисления спектров Фурье, записанный шум делится на окна около 160 в длину, с перекрытием 50%, и применяя косинус-конусность на обоих концах. Рисунок 4 иллюстрирует спектры, вычисленную для здания В (таблица 1), принимая во внимание две горизонтальные и вертикальные составляющие движения (продольные и поперечные составляющие вдоль главной оси здания). Спектры показаны на рисунке 4 имеют отношение к датчиков, установленных вдоль вертикальной линии, с учетом трех различных частотных диапазонов (то есть, 1-2 Гц; 3-5 Гц; 6-9 Гц), которые включают в себя основные резонансные пики (как фундаментальные и режимы обертоны).

Для интерпретации спектральных особенностей, Оперативный модальный анализ выполняется путем применения домена Распад (FDD) методологии частоты (Bricker и др., 2001) с использованием программного обеспечения Артемис (Artemis Модальные 3.0, демо-версия). В таблице 2 приведены основные резонансные частоты, определенные из сингулярного разложения в то время как форма колебания связана с первыми шестью режимами (первый и второй изгибающих и скручивающих мод) показаны на рисунке 5.

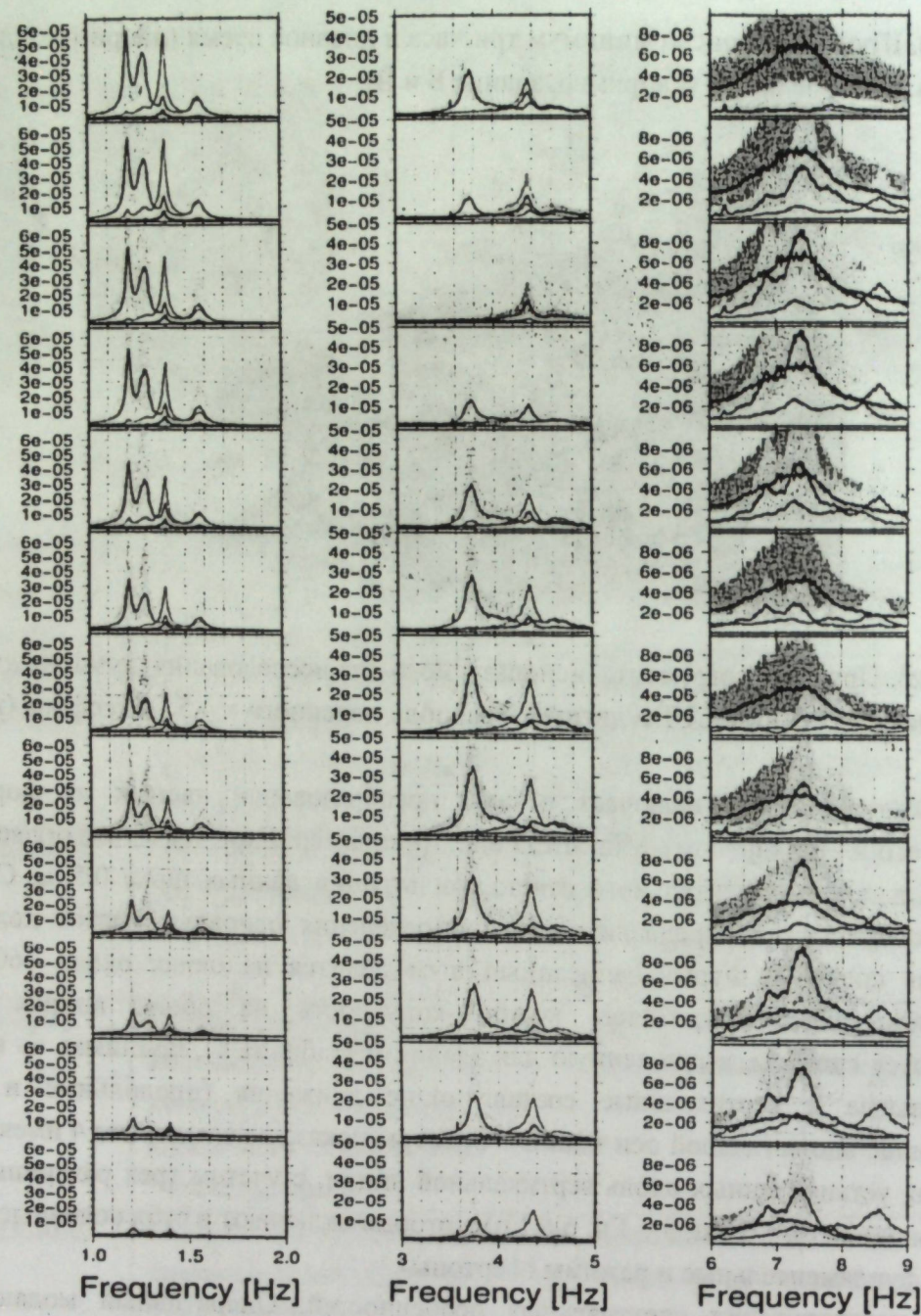
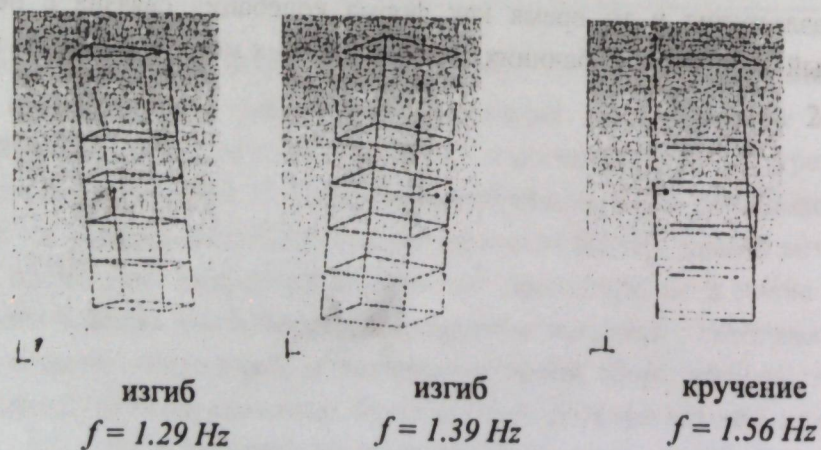


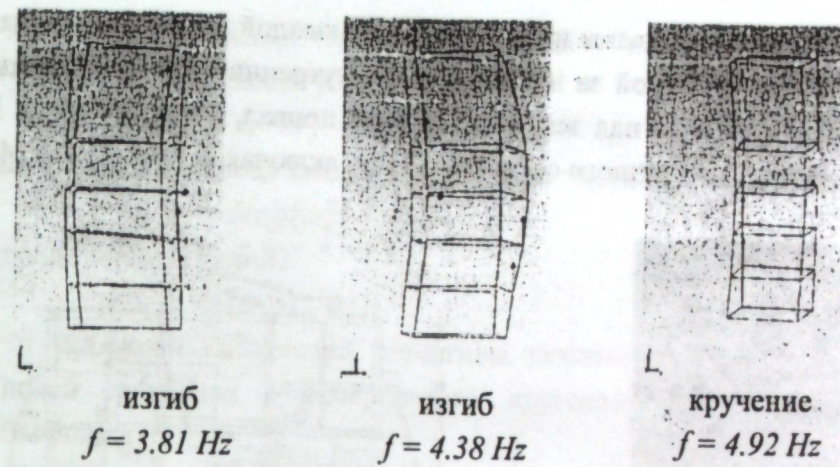
Рис.4 Спектры по отношению к датчикам, установленных вдоль вертикальной линии, с учетом частотных диапазонов (1-2 Гц; 3-5 Гц; 6-9 Гц).



изгиб  
 $f = 1.29 \text{ Hz}$

изгиб  
 $f = 1.39 \text{ Hz}$

кручение  
 $f = 1.56 \text{ Hz}$



изгиб  
 $f = 3.81 \text{ Hz}$

изгиб  
 $f = 4.38 \text{ Hz}$

кручение  
 $f = 4.92 \text{ Hz}$

Рис.5 Первые шесть форм колебания по проспекту Мира

Таблица 2 - Значения частот для зданий В с техникой FDD

Частота [Гц]	Примечание
1.289	Изгиб
1.387	Изгиб
1.563	Кручение
3.809	Изгиб
4.375	Изгиб
4.922	Кручение
7.07	Растяжение
7.539	Изгиб + Кручение
8.301	Изгиб + Кручение

Как уже отмечалось, в Бишкеке были исследованы несколько жилых домов с измерением вибрации. Следуя идее оценки сейсмической безопасности некоторых отдельных зданий в соответствии с проектами нормативных документов, например Еврокод 8, мы разрабатываем конечно-элементные модели таких зданий и проверяем их на измерениях, выполняемых на месте в течение июня 2014 г. Здесь мы представляем первые результаты модального анализа 13-ти этажного жилого дома, расположенный на проспекте Мира 93/1, корпус 1 в Бишкеке (Рисунок 6).

Несущая конструкция здания представляет собой типичный монолитный бетонный каркас с 4x4 колонн, соединенных на каждом этаже с помощью балок и плиты. Горизонтальная жесткость всего здания увеличивается на узких поперечных стенах, называемые диафрагмами жесткости или пилоны, которые подключены к середине наружных колонн (рисунок 6). Поперечные сечения колонн и диафрагмы для нижней части (цокольный этаж, этажного 1-3) и верхней части (4-13) этажного здания различны. Кроме того, имеются кирпичные стены вокруг лестничных и лифтовых шахт, также некоторые внутренние те, между колоннами. Кроме того, здание имеет кирпичные стены, между



внешними колоннами с перерывами из-за заливов на каждой стороне. Несущая конструкция имеет два аспекта симметричной за исключением внутренних стен, лестницы и лифт стен. Здание с общей высотой 47 м над землей содержит подвал, первый этаж и 13 регулярных этажей. Общие размеры поперечного сечения здания, включая бухтах 24.18x24.18 м.

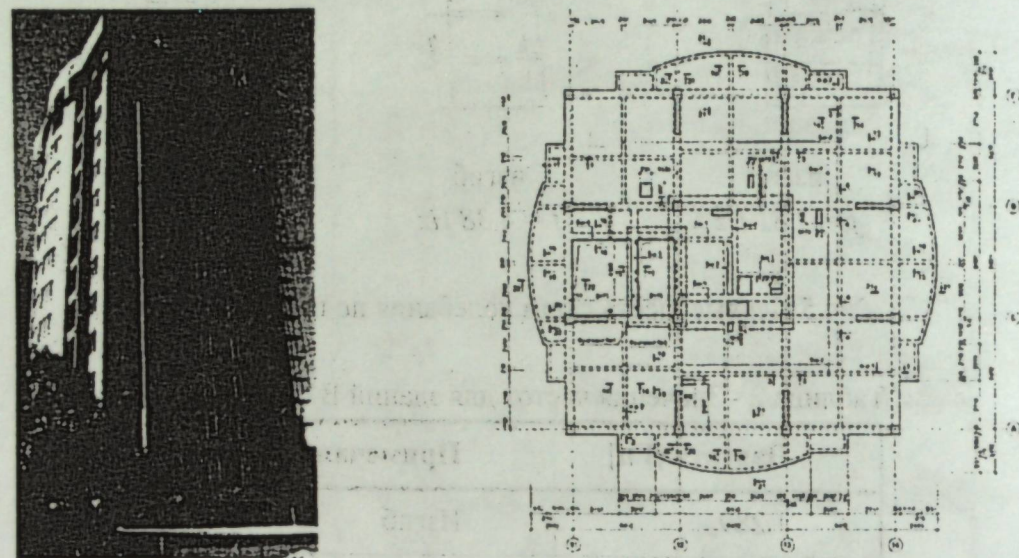


Рис.6 Общий вид и конструктивная схема в плане 13-этажного здания

Модель конечных элементов был разработан в рамках программного обеспечения ЛИРА, хорошо известный в Кыргызстане, по чертежам, предоставленных строительной компанией. Модель включает в себя фундамент, все столбцы и сдвига стены, все балки и плиты, основные внутренние и внешние стены каменной кладки, а также заливках. Армирование не были приняты во внимание для целей модального анализа, а также вторичных разделительных стен. Масса плит был немного увеличен, чтобы для учета массы вторичных структурных элементов. Компьютерная модель построена из балочных элементов общего назначения (тип 10) и элементов оболочки (Тип 41). Модель включает в себя в общей сложности 18109 степеней свободы. На рисунке 7 показана развитая конечно-элементная модель с некоторыми типичными разделами. Различные цвета визуализации конструктивных элементов с различным материалом и жесткости свойств.

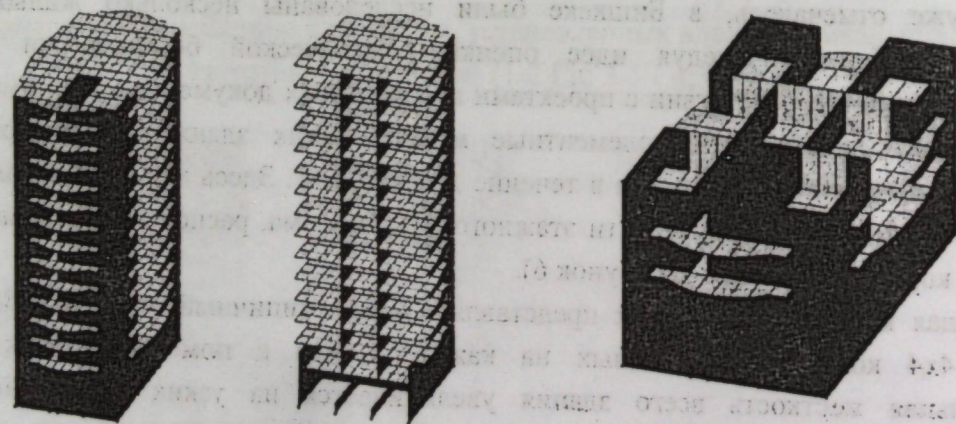


Рис.7 Конечно-элементная модель здания по проспекту Мира

Модальный анализ, как правило, означает, что вычисление собственных частот  $\omega_i$  и режим форм  $\Phi_i$  в качестве основных динамических свойств структуры. С математической

точки зрения, этот шаг определяет обобщенную задачу на собственные значения для матрицы масс  $M$  и матрицы жесткости  $K$ :

$$(K - \Omega \cdot M) \cdot \Phi = 0, \quad (1)$$

с  $(n \times n)$  диагональная матрица квадратов круговых частот

$$\Omega = \text{diag}\{\omega_i^2\}, i = 1, \dots, n \quad (2)$$

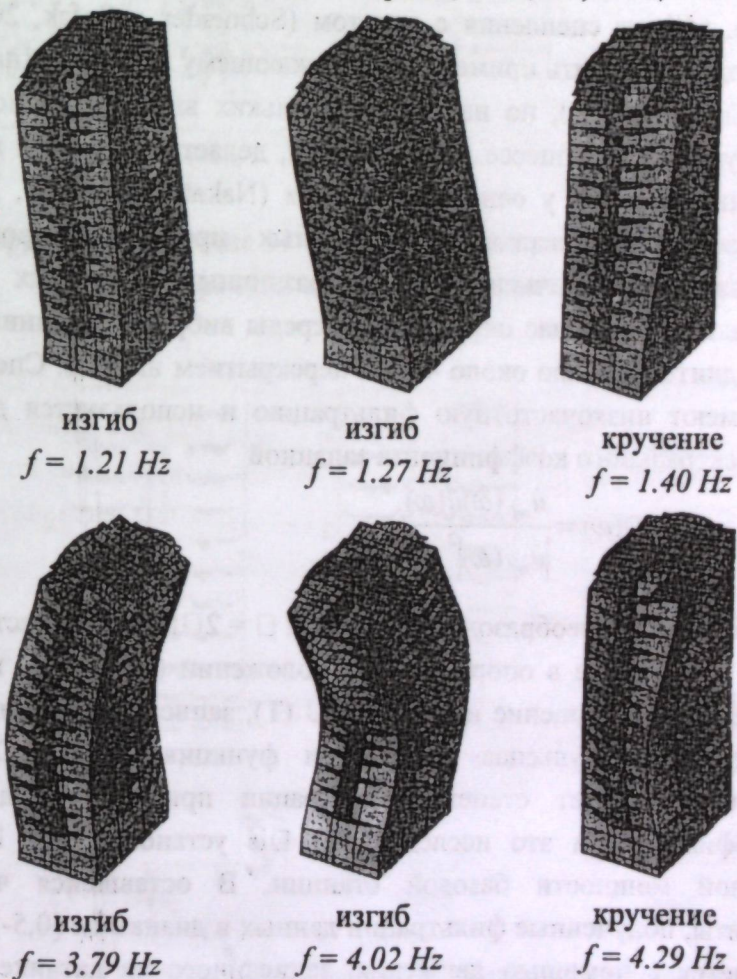
и  $(N \times n)$  матрица режима формы

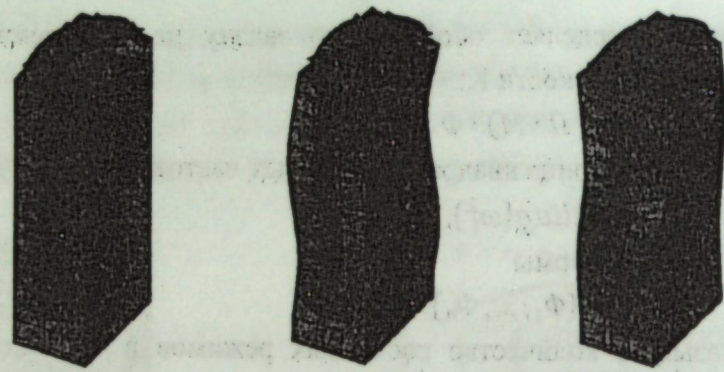
$$\Phi = \{\Phi_1, \dots, \Phi_n\}. \quad (3)$$

При этом,  $n$  указывает количество расчетных режимов и  $N$  общее число степеней свободы. Для целей сравнения с измерениями, круговые частоты могут быть легко перенесены на обычных:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} [\text{Hz}]. \quad (4)$$

На рисунке 8 показаны расчетные формы колебаний с соответствующими собственными частотами. Низкие частоты соответствуют изгибу и режиму крутильных колебаний. Для симметричной схемы существуют два ортогональных изгибные колебания с той же частотой. В данном случае симметрия нарушается лестницы и внутренних стен из каменной кладки. Это приводит к разделению изгиба относительно их частот, например, первая пара состоит из 1,21 Гц и 1,27 Гц, а вторая 3,79 Гц и 4,02 Гц.





растяжение  $f = 7.07 \text{ Hz}$       изгиб+кручение  $f = 7.23 \text{ Hz}$       изгиб+кручение  $f = 7.59 \text{ Hz}$

Рис.8 Собственные частоты и формы колебаний здания

Интерферометрический подход применяется для изучения распространения волн внутри здания. Интерферометрии широко используется для оценки скорости волны сдвига и затухание внутри здания с использованием данных землетрясения (Snieder и Şafak, 2006; Kohler и др. 2007; Nakata и др. 2013; Rahmani и Todorovska, 2013). Деконволюция удаляет зависимость от источника возбуждения и, когда он применяется к источникам внешних по отношению к зданию, эффект сцепления с грунтом (Schneider и Şafak, 2006; Todorovska, 2009). Такой же подход может быть применен к окружающей вибрации (например, Prieto и др., 2010; Nakata и Snieder, 2014), но наличие нескольких внутренних источников шума, одновременно действующих в процессе приобретения, делает результаты в зависимости, в общем, на радиационные потери у основания здания (Nakata и Snieder, 2014). Для того, чтобы уменьшить эффекты локальных переходных процессов, процедура укладки применяется к деконволюции, вычисленных для различных временных окон. В данном исследовании мы анализируем 1 час окружающей среды вибрации, принимая во внимание перемещение окон с длительностью около 40 с и перекрытием на 50%. Спектры вычислены для каждого окна имеют низкочастотную фильтрацию и используется для вычисленной регуляризованном спектрального коэффициента заданной

$$D(\omega) = \frac{\hat{u}_{ref}(\omega)\hat{u}(\omega)}{|\hat{u}_{ref}(\omega)|^2 + \varepsilon} \quad (5)$$

где символ  $\hat{\phantom{x}}$  обозначает преобразование Фурье и  $\omega = 2\pi f$  угловая частота. В уравнении (5),  $U_{ref}$  сигнал ( $\tau$ ), записанные в опорном местоположении (например, в подвале или на крыше) является цифровое обращение из сигнала  $U$  ( $T$ ), записанные в общей месте внутри здания, чтобы получить импульсная переходная функция (МФ)  $D$  ( $\omega$ ). Параметр регуляризации  $\varepsilon$  контролирует степень фильтрации применяется для стабилизации спектрального коэффициента и это исследование  $\varepsilon$  is установлено в  $10^{-3}$  раза больше средней спектральной мощности базовой станции. В оставшейся части статьи мы показываем результаты, полученные фильтрации данных в диапазоне [0,5- 20] Гц. Цифровое обращение выполняется с помощью движения, записанного на датчике в верхней части (рисунок 9) и один в нижней части в качестве опорных станций (рисунок 10). ИСБР показаны для продольной, поперечной и вертикальном направлении и характеризуются вверх и вниз текущих импульсов. Скорость волны сдвига в продольном и поперечном направлении вычисляют оценки времени запаздывания между импульсами распространения на разных этажах для обоих направлений в отдельности.

Здесь IRFS на рисунке 9 используются для оценки. Скорости также могут быть вычислены из ИСБР где станция в нижней части используется в качестве опорной станции.

Временные лаги построены в зависимости от расстояния от каждого датчика до опорного датчика на рисунке 11 (левая и правая панели для продольной и поперечной составляющих, соответственно). С помощью наименьших квадратов, замедленность  $U$  оценивается, что соответствует наклону линии. Наконец, скорости определяются, как  $u=1/\eta$ . В предположении без изменения скоростей внутри здания и с учетом всех датчиков, кроме одного, один этаж ниже опорного датчика, скорости оцениваются как  $V = 291$  продольной  $\pm 4 \text{ м / с}$  и  $v_{transverse} = 369 \pm 8 \text{ м / с}$ . Ошибка получается из стандартного deviation замедленность. Скорость ниже, в продольном направлении, что согласуется с более низкой частотой в этом направлении ( $F = 1,22 \text{ Гц}$ ).

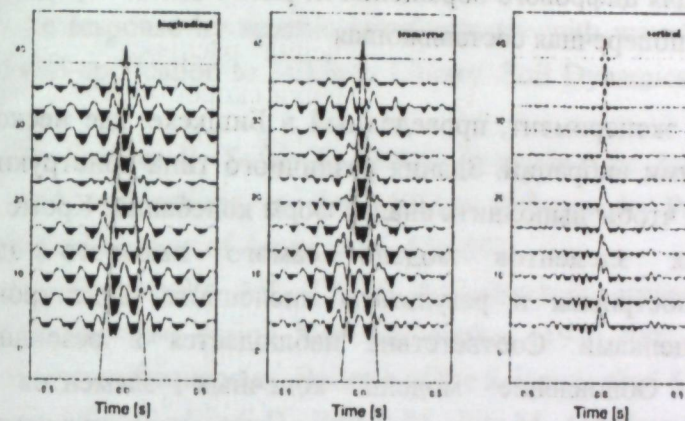


Рис.9 Цифровое обращение 11-этажа. Слева направо, результаты для продольной, поперечной и вертикальной компонент

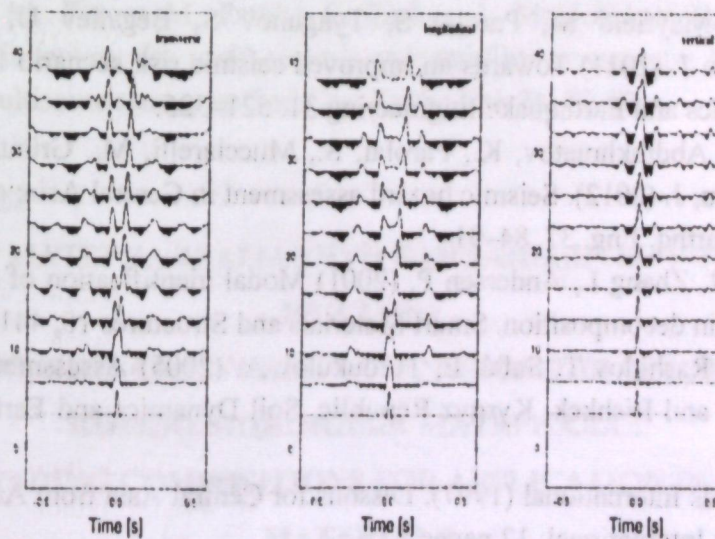


Рис.10 Цифровое обращение относительно нижнего датчика

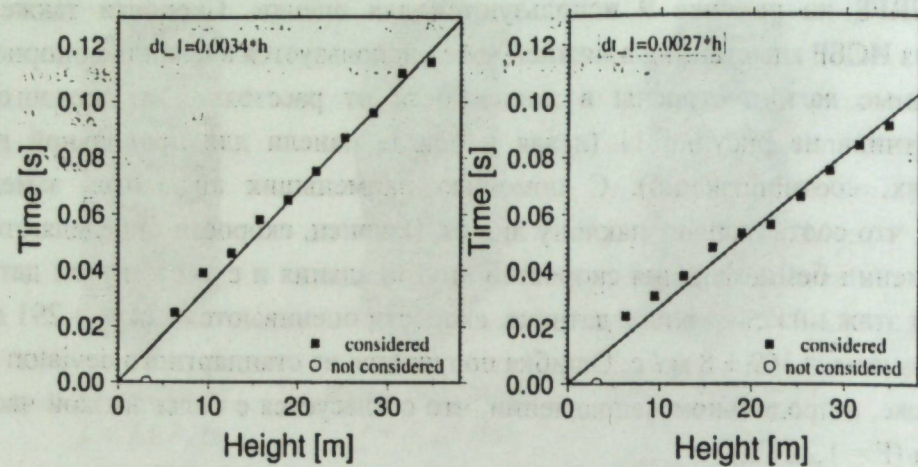


Рис.11 Оценка медлительности для цифрового обращения из рис.9. Слева - продольная; справа - поперечная составляющая

В данном разделе представили эксперимент, проведенный в Бишкеке, где несколько зданий были исследованы измерениями вибрации. Здания различного типа конструкции и размеры были выбраны и проверены, чтобы выполнить анализ форм колебаний. Кроме того, предварительный метод конечных элементов модели самого высокого здания (контролируемого 13-этаж) были построены и результаты численного моделирования сопоставлены с эмпирическими оценками. Соответствие наблюдается в резонансных частотах и формах колебаний. Обновление модели конечных элементов уже запланированном должны улучшить сходство численных и эмпирических результатов. Наконец, цифровое обращение интерферометрии при условии, предварительные оценки скорости распространения поперечных волн внутри здания.

#### Литературы:

1. Bindi D, Mayfield M, Parolai S, Tyagunov S, Begaliev U, Abdrakhmatov K, Moldobekov B, Zschau J. (2011) Towards an improved seismic risk scenario for Bishkek, Kyrgyz Republic. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 31. 521–525.
2. Bindi, D., Abdrakhmatov, K., Parolai, S., Mucciarelli, M., Grünthal, G., Ischuk, A., Mikhailova, N., Zschau, J. (2012). Seismic hazard assessment in Central Asia: outcomes from a site approach, *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 37, 84–91
3. Brincker R, Zhang L, Andersen P. (2001) Modal identification of output only systems using frequency domain decomposition. *Smart Materials and Structures* 10, 441-445.
4. Erdik M, Rashidov T, Safak E, Turdukulov A. (2005) Assessment of seismic risk in Tashkent, Uzbekistan and Bishkek, Kyrgyz Republic. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 25, 473–86.
5. GeoHazards International (1997). *Lessons for Central Asia from Armenia and Sakhalin*, Stanford, GeoHazards International, 12 pages.
6. Kohler MD, Heaton TH, Bradford SC. (2007) Propagating waves in the steel, moment-frame Factor building recorded during earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America* 97, 1334-1345.
7. Nakata N, Snieder R, Kuroda S, Ito S, Aizawa T, Kunimi T. (2013) Monitoring a building using deconvolution interferometry, I: Earthquake-data analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*; 103:1662 1678

8. Nakata N, Snieder R. (2014) Monitoring a building using deconvolution interferometry, II: Ambient vibration analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America* 104, 204-213.
9. Parolai S, Orunbayev S, Bindi D, Strollo A, Usupayev S, Picozzi M, Di Giacomo D, Augliera E, Milkereit C, Moldobekov B, Zschau J. (2010) Site effect assessment in Bishkek (Kyrgyzstan) using earthquake and noise recording data. *Bull. Seism Soc of Am* 100, 3068–3082.
10. Pittore M., Wieland M. (2013). Toward a rapid probabilistic seismic vulnerability assessment using satellite and ground-based remote sensing, *Natural Hazards* 68, 115-145; DOI 10.1007/s11069-012-0475-z
11. Prieto GA, Lawrence JF, Chung AI, Kohler MD. (2010) Impulse response of civil structures from ambient noise analysis, *Bulletin of the Seismological Society of America* 100, 2322-2328.
12. Rahmani MT, Todorovska MI. (2013) 1D system identification of buildings from earthquake response by seismic interferometry with waveform inversion of impulse responses - method and application to Millikan Library. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 47, 157-174.
13. Snieder R, Şafak E. (2006) Extracting the building response using interferometry: theory and applications to the Millikan Library in Pasadena, California. *Bulletin of the Seismological Society of America* 96, 586-598.
14. Todorovska MI. (2009) Soil-structure system identification of Millikan library north-south response during four earthquakes (1970-2002): what caused the wandering of the observed system frequencies. *Bulletin of the Seismological Society of America* 99, 626-635
15. Ullah S., Bindi D., Pittore M., Pilz M., Orunbaev S., Moldobekov B., Parolai S. (2012). Improving the spatial resolution of ground motion variability using earthquake and seismic noise data: the example of Bishkek (Kyrgyzstan), *Bull Earthquake Eng*, DOI 10.1007/s10518-012-9401-8
16. Ulomov VI. (1999) The GSHAP Region 7 working group. *Seismic hazard of Northern Eurasia. Annali di Geofisica* 42, 1023–1038.
17. Wieland M, Pittore M, Parolai S, Zschau J, Moldobekov B, Begaliev U (2012) Estimating building inventory for rapid seismic vulnerability assessment: towards an integrated approach based on multisource imaging, *Soil Dyn Earthq Eng* 36, 70-83.

УДК 621.79.05:620.22

**КОМПОЗИТТҮҮ МАТЕРИАЛДАРЫ ҮЧҮН БАЙЛАНЫШТЫРУЧУ КУРАМДАРДЫ**

**ИЗИЛДӨӨ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В**

**КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

**STUDY OF BINDING COMPOSITIONS FOR APPLICATION IN COMPOSITE**

**MATERIALS**

**Курманалиева Айзат Курушбековна**

ст. преподаватель, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И.Раззакова,

Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматов 66, e-mail: [ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru](mailto:ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru)

**Kurmanalieva Aizat Kuruschbekovna**

Senior teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov.

**Аннотация.** Изилдөө объекти болуп текстилдик композиттүү материалдардын курамындагы байланыштыруучу компоненттер саналат. Байланыштыруучулар — пленка түзүүчү заттар, боегуч курамындагы пигменттин бөлүчөлөрүн бири бири менен кысууну камсыздандырган жана негизине жогорку адгезиялык менен боелчуу катмарга катуу пленканы түзүүчү.

**Ачык сөздөр.** Байланыштар; аралашма; фаза; казеиналык желим; ула.

**Аннотация.** Объектом исследования являются связующие компоненты в составе текстильных композиционных материалов. Связующие — пленкообразующие вещества, обеспечивающие сцепление в красочном составе частиц пигмента между собой и образующие прочные пленки на окрашиваемой поверхности с высокой адгезией к основе.

**Ключевые слова.** Связки; раствор; фаза; казеиновый клей; порошок.

**Abstract.** The object of investigation are binding components in the composition of textile composite materials. Binders are film-forming substances that provide adhesion in the ink composition of the pigment particles to each other and form strong films on the surface to be painted with high adhesion to the substrate.

**Keywords:** Bundles; solution; phase; casein glue; powder.

В производстве композиционных материалов термин "связующее" используют для обозначения матрицы дисперсно-наполненных и армированных полимерных композиций, в производстве неорганических материалов, в частности бетона для обозначения вяжущих материалов, в производстве абразивных материалов и порошковой технологии для обозначения фазы (связки), обеспечивающей локальную связанность дисперсных частиц. Наиболее часто термин употребляется применительно к полимерным композиционным материалам.

Основные связующие в полимерных композиционных материалах-термопластичные и отверждающиеся, вулканизирующиеся или сшивающиеся полимерные и полимеробразующие системы. Их состав, структура и свойства на различных стадиях получения и переработки композиционных материалов регулируются типом и соотношением компонентов, способами и условиями термообработки, сочетания с наполнителями и др. Связующие в виде расплавов, растворов, дисперсий (латексов, эмульсий, порошков, суспензий) или в форме волокон и пленок сочетаются с наполнителями при получении полуфабрикатов полимерных композиционных материалов (премиксов, препрегов, литевых, заливочных, прессовочных, герметизирующих, клеевых, лаковых и др. композиций) или в процессах формирования заготовок и изделий методами пропитки, напыления, диспергирования и т.п. Решающую роль при этом играет смачивающая и пропитывающая способность связующих, определяемая их вязкостью и поверхностной энергией. На стадиях переработки полуфабрикатов тип, количества и характер распределения связующего определяет формуемость, объемные усадки и др. технологические свойства материалов. Связующие обеспечивают защиту наполнителя от внешней среды, перераспределение и передачу напряжений между элементами наполнителей, а также вносят определяющий вклад в объемные и поверхностные, в т.ч. адгезионные, свойства полимерных композиционных материалов и изделий из них [1].

**Клеи животные:** это наиболее значительная группа органических материалов. К ним относятся: клей костный, мездровый, и желатин технический. Клей костный (ГОСТ 2067—80) — продукт переработанных костей животных. Вырабатывают следующие виды

дробленый, гранулированный, чешуйчатый, галерта (Костный клей выпускается таких сортов: высший, 1, 2 и 3-й. Используется для грунтовочных и шпаклевочных составов).

Клей мездровый (ГОСТ 3252—80) продукт, получают отходов, кожевенных и кожсырьевых заводов путем воде мездры, обрезков пергаментных кож, головок лопаток, сухожилий, обрезков сырых шкур животных и последующего выпаривания и высушивания полученного раствора. Мездровый клей выпускают следующих видов: твердый (плиточный, чешуйчатый, стружковый, дробленый, гранулированный) и галерту. Производство галерты допускается только с согласия потребителя в пределах одного населенного пункта.

В зависимости от физико-механических свойств клей подразделяется на марки: КМЭ, КМВ, КМ-1, КМ-2 и КМ-3. Плитки должны быть длиной до 250 мм, шириной до 90, толщиной до 10 мм от светло-желтого до темно-коричневого цвета. Дробленый клей должен состоять из кусочков, проходящих через сетку с размером ячеек в свету 20 мм, а гранулированный — из гранул, проходящих через сетку с размером ячеек 10 мм. На всех видах клея не должно быть плесени. Содержание влаги в твердых клеях не более 17, в галерте — не более 68 %. Горячий раствор клея не должен иметь гнилостного запаха. Загниваемость клеевого раствора при температуре 25 °С не менее 5 суток для марок КМЭ, КМВ, КМ-1; 4 суток — для марки КМ-2 и 3 суток — для марки КМ-3. Клеящая способность клея, Н/м, не менее 1570 для марок КМЭ, КМВ, КМ-1; 1370 — для марки КМ-2 и 1080 — для марки КМ-3.

Казеиновый клей в порошке (ГОСТ 3056—74\*) готовят из смеси казеина с гашеной известью, минеральными солями (фтористым натрием, кальцинированной содой, медным купоросом и др.) и керосином. Это порошок серого цвета без посторонних включений. Выпускают его трех марок: «Особый» (В-105), «Экстра» (В-107) и «Обыкновенный» (ОБ). Казеин технический (ГОСТ 17626—81) — зерна серовато-желтого цвета, получаемые из коровьего обезжиренного молока коагуляцией содержащегося в нем белка с последующей промывкой, обработкой и сушкой сгустка.

Клеевой раствор марки «Экстра» по истечении 24 ч должен иметь вид плотного эластичного студня и не разжижаться. Раствор клея марки «ОБ» должен сохранять рабочую вязкость в течение не менее 4 ч после начала размешивания его с водой, а раствор клея В-105 и В-107 — 5 ч. Срок годности казеинового клея в порошке — 6 месяцев со дня его изготовления. По истечении такого периода клей подвергают повторному испытанию. Казеиновый клей применяют в основном для приготовления казеиновых красок, используемых при окраске фасадов зданий.

Желатин технический (ГОСТ 4821—77\*) — костный клей особого качества. Приготавливают его из костей крупного рогатого скота и мягкого коллагеносодержащего сырья. Желатин выпускают в виде мелких пластинок, крупинок, гранул или порошка. Быстро становится студнеобразным, имеет большую прозрачность. В сухом виде технический желатин легко может быть измельчен в порошок, во влажном состоянии становится вязким и эластичным. Технический желатин выпускают первого и второго сорта. Желатин первого сорта имеет цвет от желтого до темно-желтого, а второго сорта — до светло-коричневого.

Клей рыбий (ГОСТ 2776—67") вырабатывают из плавательных пузырей крупных осетровых и сомовых пород рыб в виде пластин различной формы беловато-кремоватого цвета с перламутровым оттенком при просвечивании на свет. В зависимости от сырья клей выпускают двух видов: осетровый и сомовый. Раствор клея почти бесцветный хорошей

клеящей способностью. Применяется рыбий клей СТЕЭ декоративных росписей при выполнении альфрейных

Клеи растительные: готовят эти клеи из продуктов растительного происхождения. Раствор растительного клея (клейстер) получают из крахмала (картофельный, кукурузный, пшеничный).

Крахмал картофельный (ГОСТ 7699—78\*) выпуска: экстра, высший, 1-й и 2-й. В малярных работах к; меняют картофельный крахмал 2-го сорта, так как являются в пищевой промышленности. Перед заваривание предварительно разводят в холодной воде во избежание образования и сгустков. Для приготовления клеевых растворов в основном используют в смеси с животными клеями. Добавляют к колеру в пределах 5—7 % от массы воды.

Мука (ржаная, пшеничная, пеклеваная и др.) для работ в строительстве применяется чаще, чем к| последний более дорогой и имеет меньшую клеящую клейстер получается из мучной пыли — отходов промышленности.

Декстрин (ГОСТ 6034—74\*)—белый, получаемый нагреванием картофельного или кукурузного с обработкой минеральными кислотами или сернокислотами, которые являются катализаторами. В зависимости от применяемого крахмала декстрин картофельные и кукурузные, а в зависимости от катализатора на кислотные и бескислотные. Выпускают декстрин трех сортов: высший, 1-й и 2-й. Для получения клейстера декстрин растворяют в температуры. Гарантийный срок хранения — один год. Декстрин применяют для приготовления клеевых колерных смесей, шпатлевочных и грунтовочных обоев и бумаги. Декстрин должен храниться в сухих помещениях, не имеющих постороннего запаха вредителями хлебных запасов.

Клеи синтетические: к этой группе относятся карбоксиметилцеллюлоза, поливинилацетатная дисперсия, латекс синтетический. Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) (ОСТ 6-05-386-8' переработки древесной целлюлозы, предел хлопья кремовато-белого цвета. Сухой клей КМЦ полностью растворяется в воде в течение 11—12 ч. подвержен гниению и может храниться длительное время без коррозии вместо металлической лучше применять деревянную посуду.

Метилцеллюлоза — порошкообразный или волокнистый или желтоватого цвета, представляющий собой древесной целлюлозы. Метилцеллюлозу используют для изготовления клеев, применяемых для наклейки обоев, слоистых пластиков, латексных красок, лаков, акварельных паст и отличается он от КМЦ большей стойкостью к действию кислоты щелочей.

Поливинилацетатная дисперсия (ГОСТ 18992—80\*) — продукт полимеризации винилацетата в водной среде в присутствии инициатора и защитного коллоида. По внешнему виду это вязкая однородная жидкость белого цвета[2].

Завод-изготовитель по требованию заказчика может производить дисперсию в непластифицированном виде (то есть без добавки дибутил-фталата), которая должна выдерживать отрицательные температуры до —40 °С. Дисперсия, пластифицированная дибутилфталатом, при отрицательных температурах теряет свои свойства и приходит в негодное состояние. Поэтому ее транспортируют при температуре от +5 до +40 °С. Непластифицированную дисперсию можно транспортировать при температуре от +40 до —30 °С, однако длительность транспортирования при отрицательной температуре должна быть не более 1 месяца. Транспортируют дисперсию в специально оборудованной герметически закрытой таре вместимостью не более 50 л, а также в железнодорожных цистернах и

контейнерах. Оба вида дисперсии необходимо хранить только в закрытых складах при положительной температуре (5—40 °С). Упаковывают ее в алюминиевые бочки или алюминиевые бидоны. Поливинилацетатную дисперсию применяют для изготовления синтетических водноэмульсионных красок, шпатлевочных и грунтовочных составов.

Латекс синтетический: СКС-65ГП (ГОСТ 10564—75\*) — продукт совместной полимеризации бутадиена со стиролом в соотношении 35 : 65 по массе в водной эмульсии с применением в качестве эмульгатора никеля и натриевого мыла синтетических жирных кислот. Он предназначается для изготовления эмульсионных красок, клея «Бустилат» и других материалов. По внешнему виду пленка его однородная прозрачная бесцветная или слегка окрашенная. Латекс не должен содержать посторонних примесей, а перед употреблением его следует профильтровать. Транспортируют синтетический латекс СКС-65ГП в чистых железнодорожных цистернах, автоцистернах или в бочках вместимостью до 200 л. Хранить латекс необходимо в закрытых емкостях при температуре не ниже +7°С и не выше +75 С. Гарантийный срок хранения латекса — 1 год со дня изготовления. По истечении этого срока латекс подвергают проверке на соответствие стандарту[3].

Связующие для неводных окрасочных составов. Они подразделяются на олифы, смолы и лаки. Олифы применяются для приготовления масляных окрасочных составов, смолы — для эмалевых красок, лаков и искусственных олиф; лаки, в свою очередь, могут применяться для изготовления эмалей. Это высыхающие маслянистые жидкости, образующие при нанесении на поверхность прочную и эластичную пленку. Изготавливают их из растительных масел, смол и других материалов и подразделяют на натуральные, полунатуральные (уплотненные) и искусственные. Олифа льняная и конопляная (ГОСТ 7931—7\*) выпускается двух видов, полимеризованная и окисленная. Конопляную олифу выпускают только окисленную. Для получения льняной олифы: масло нагревают до температуры 275 °С. Окисленные льняную и получают нагревом масла до 160 °С. Льняную олифу выпускают высшего и 1-го для изготовления конопляной и льняной олифы служит (ГОСТ 8989—73\*) и масло льняное (ГОСТ 5791—81 быть прозрачными, особенно льняная, иметь 0 938 г/л.

Уплотненные олифы (полунатуральные) получают уплотнения растительных масел воздухом при нагреве температур и последующего разбавления полученного продукта летучими растворителями с добавкой сиккатива. (полунатуральным) относятся олифа оксоль, касторов; пентафталева, сульфоксоль и др. Олифу оксоль (ГОСТ 190—78) получают в результате (окисления) растительных масел с последующим разбавлением уайт-спиритом. В зависимости от применяемого сырья олифу он двух марок: В — из льняного и конопляного масла; I печного, соевого, рыжикового, сафлорового, виноградного масел.

Олифы искусственные: эти олифы получают путем химической обработки пленкообразующих органических материалов с нагреванием и добавкой растворителей, имеют темный цвет, дают пленку пониженного качества и применяются для малоответственных лакокрасочных покрытий. К этому виду олиф относятся сланцевая, солевая, синтоловая, полидиеновая и др.

Сланцевая олифа — продукт окисления сланцевых масел, растворенных в органических растворителях (сланцевый бензин, ксилол). Сланцевую олифу используют для разведения красок, применяемых из-за неприятного запаха в основном для наружных, изредка внутренних окрасок по металлу, дереву и штукатурке. Время полного (до степени 3) высыхания олифы 24 ч. Применение сланцевой олифы для окраски полов и предметов бытового назначения не допускается. Из-за темного цвета сланцевую олифу нельзя

применять для создания светлых колеров. Помещения окрашенные красками, приготовленными на сланцевой олифе, необходимо проветривать до полного удаления запаха.

Солевые олифы — это растворы алюминиевых и кальциевых солей органических кислот в уайт-спирите или других растворителях органического происхождения. Применяются они только для внутренних малоответственных работ, так как дают слабую пленку. Красками, приготовленными на солевых олифах, можно окрашивать деревянные, металлические и оштукатуренные поверхности. К этому виду олиф относятся нафтеноль, карбоиоль и др. Время высыхания солевых олиф до степени 3 24 ч. Прозрачность полная.

Синтоловая олифа — продукт окисления керосина кислородом воздуха, растворенный органическими растворителями при нагревании до высоких температур. Применяется она также для внутренних малоответственных работ по дереву, металлу и штукатурке. Прозрачность полная, цвет темный, время высыхания до степени 3 24 ч.

К синтетическим относятся также олифы этиноль, кумароно-инде-новая, полидиеновая и др.

Смолы подразделяются на натуральные и искусственные. Их широко применяют для изготовления лакокрасочных материалов. Канифоль сосновую (ГОСТ 19113—84) получают, выделяемой хвойными деревьями при надрезах служит сырьем для приготовления скипидара живичного в малярных работах в качестве растворителя Канифь двух марок- А — живичная и В—экстракционная. Основную стекловидную структуру. Канифоль используют для лаков, олиф и других лакокрасочных материалов. Этот вид смол получают в результате сложных из различных синтетических сырьевых материалов глифталевая, пентафталева, поливинилхлоридная, кум; фенолоформальдегидная, мочевиноформальдегидная и д. Глифталевую смолу получают в результате нагрева масла, фталевого ангидрида и глицерина. Применяют, для изготовления эмалей, олиф, лаков и других материалов. Пентафталева смола — продукт конденсации ангидрида. Применяют ее для изготовления высокого качества, обладающих атмосферостойкостью. Кумароно-инденую смолу получают в результате кумарона и индена, которые содержатся в каменноу. Она хорошо растворяется в скипидаре, ацетоне, толуо маслах, слабо — в спиртах. Применяют для изготовлени

Выпускают ее в виде белого либо кремового цвета. Растворяется в ацетоне, сольвенте и других растворителях. Применяется для сококачественных, атмосферостойких эмалей, лаков и пригодных для работы при отрицательных температур изготовления отделочно-декоративных пленок.

Лаки - это растворы смол, модифицированных раститель органических летучих растворителях Они служат связ лом для приготовления эмалей, а также применяют» для отделочных прозрачных покрытий по дереву. Строители-отделочники используют готовый материал для лакирования поверхностей[4].

Эмульсии - это устойчивые механические смеси нерастворим жидкостей. Для устойчивости в смесь добавляют, известковую воду и др. Водомасляные эмульсии, такие эмульсии изготавливают двух видов: масло в воде (МВ) и вода в масле (ВМ). Эмульсия МВ (масло в воде) содержит в своем составе 2—10 % олифы, воду и эмульгатор. Эмульгатором может служить раствор щелочей, клея, мыла и др. Эмульсию МВ используют в водных окрасках для приготовления шпатлевок, грунтовок, клеевых колеров. Внутренней фазой в ней служит масло, то есть олифа, а внешней — вода, поэтому такая эмульсия разводится водой и называется водоразбавляемой. Окрасочные составы, приготовленные на эмульсии МВ, образуют на поверхности прочные пленки с повышенным сроком службы. В настоящее

время, кроме водомасляных, широко применяются синтетические эмульсии, дисперсия и латексы, изготовленные путем полимеризации винилацетата, стирола, акрилата и других полимеров в водной среде в присутствии эмульгаторов, пластификаторов и других веществ. К ним относятся поливинилацетатная дисперсия, синтетический латекс СКС-65ГП, акриловая, глифталевая и другие эмульсии. Технические характеристики поливинилацетатной дисперсии и латекса СКС-65ГП приведены выше в подразделе «Синтетические клеи». Применяются они для изготовления красок и клеящих мастик[5].

Проведено исследование связующих составов для применения в композиционных материалах.

#### Список литературы:

1. Композиционные материалы. Я. Г. Бабаевский.
2. Кирилова Л.Г. Связующие материалы/ Л.Г. Кирилова. Высшая школа, 2000.
3. Хрулев, В.М. Технология и свойства композиционных материалов / В.М. Хрулев. Уфа: ТАУ, 2001. - 168 с.
4. Хрулев, В.М. Основы технологии полимерных материалов: учебник для вузов / В.М. Хрулев, Г.М.Шутова, Л.М. Безверхая. Минск: Высшая школа, 1991. -384 с.
5. Л.Г. Полимерные связующие материалы/ Л.Г. Кирилова, Н.А. Охотина // Строительные материалы. 2000. - №3. - с. 41.

УДК 620.22-021.383

#### КОМПЛЕКСТУУ МАТЕРИАЛДАРДЫН ТҮРЛӨРҮ

#### ВИДЫ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### TYPES OF INTEGRATED MATERIALS

Курманалиева Айзат Курушбековна

старший преподаватель, Кыргызский Государственный Технический Университет им.

И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматов 66.

Kurmanalieva Aizat Kurushbekovna

senior lecturer, Krygyz State Technical University named after. I.Razzakova, Kyrgyzstan,

720044, Bishkek, Aytmatov Avenue 66, e-mail: [ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru](mailto:ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru).

**Аннотация.** Атайын кийим жана техникалык багыттагы буюмдары үчүн комплекстүү текстиль материалын карап көрөлү, үстүнкү катмардагы өрттөн коргоочу текстиль полотно, төмөнкү катмардагы сорбциондук жылуулук коргоочу текстиль полотно жана полимер желиминин чапаштыруучу ортоңку катмары. Ар түрдүү комплекстүү материалдарды колдонуу ар кандай материалдарды: ткандарды, трикотаж полотнорду, жасалма жүндөрү, жасалма булгаары, неткандык материалдарын бет катмары катары кеңири колдонуу менен жетет.

**Ачык сөздөр.** Материал; мембрана; каучук; эки катмардуу материал; желим; аралтыруу; жеңил өндүрүш.

**Аннотация.** Рассмотрим комплексный текстильный материал для спецодежды и изделий технического назначения включает огнезащитное текстильное полотно верхнего слоя, сорбционное теплозащитное текстильное полотно нижнего слоя и скрепляющий



промежуточный слой полимерного клея. Разнообразие комплексных материалов достигается благодаря широкому применению в качестве лицевого слоя различных материалов: тканей, трикотажных полотен, искусственного меха, искусственной кожи, нетканых материалов.

**Ключевые слова.** Материал; мембрана; каучук; двухслойный материал; клей; переплетение; легкая промышленность.

**Annotation.** Consider a complex textile material for overalls and products for technical purposes, including fire retardant textile linen of the upper layer, a sorbent heat-shielding textile web of the lower layer and a fastening intermediate layer of polymer glue. The variety of complex materials is achieved due to the wide use as a face layer of various materials: fabrics, knitted fabrics, artificial fur, artificial leather, non-woven materials.

**Keywords.** Material; membrane; rubber; two-layer material; glue; interlacing; light industry.

Комплексные (дублированные) — это материалы, соединенные с искусственным мехом, кожей, трикотажными полотнами, тканями и неткаными материалами, поролоном.

Комплексные материалы используют при изготовлении верхней мужской, женской и детской одежды (пальто, курток, плащей), предметов женского туалета, покрывал, накидок. Применение комплексных материалов позволяет значительно расширить ассортимент одежды. Ассортимент материалов, применяемых при изготовлении швейных изделий, многообразен и включает в себя комплексные материалы [1].

Предлагаемое изобретение относится к дублированным материалам на текстильной основе, в частности к комплексному текстильному материалу, составленному из двух слоев (компонентов) тканых или трикотажных полотен, соединенных клеевым способом, и может быть использовано в качестве основного материала или накладных деталей в производстве огнезащитной спецодежды (сварщика, металлурга и т.п.) и изделий технического назначения (палаток, тентов и т.п.). Известен комплексный материал, используемый при изготовлении одежды, состоящий из ткани или трикотажного полотна с синтетическими упругими уточными нитями, представляющими собой мононити диаметром 0,05-0,40 мм, комплексные нити 400-2000 дтекс, или их сочетание с моноволокнами и второй слой - нетканое полотно. Ткань или трикотаж приклеиваются методом каширования к нетканому полотну с одной или обеих сторон - снизу и сверху. Комплексный материал может быть использован в качестве прокладочного материала при изготовлении одежды. Недостатком данного комплексного материала является то, что он относится к легковоспламеняемым материалам и не выдерживает эксплуатации в условиях повышенных температур и брызг расплава металла.

Например, рассмотрим комплексный материал арт. Н525 (рис. 1 а), получен ниточным простегиванием синтепона «Арктик» арт. 935118 из лавсановых волокон, поверхностной плотности 100 г/м<sup>2</sup>, с вискозной подкладочной тканью арт. 32290, поверхностной плотности 100 г/м<sup>2</sup>.

Комплексный материал арт. С514 (рис. 1. б) получен термостежкой (сварной строчкой, выполненной на специальном оборудовании) синтепона «Арктик» арт. 935118 и подкладочной ткани из полиамидных волокон арт. 52182 поверхностной плотности 75 г/м<sup>2</sup>. Двухслойная ткань арт. Т375, которая состоит из верхней и нижней систем уточных нитей, соединенных системой основных нитей. Комплексный материал арт. И451 получен иглопробивным способом производства. Две ткани, один слой подвергнут ворсованию и свойлачиванию, он имеет повышенную усадку. Комплексная ткань арт Т711 содержит верхний и нижний слой. Верхний слой вырабатывается саржевым переплетением.

Комплексный материал арт. Т623 содержит три слоя соединенных переплетением. Каналы образованы между парами слоев (одни между первым и вторым слоями, а другие между вторым и третьим слоями). Например, комплексный материал арт. К600, производят по клеевой технологии, дублируя плащевую ткань с водоотталкивающей отделкой арт. 52368 из капроновых нитей в основе и полиэфирных текстурированных в утке, поверхностной плотности 96 г/м<sup>2</sup>, с хлопчатобумажным трикотажным кулирным полотном арт. 84 7111 131 027, поверхностной плотности 190 г/м<sup>2</sup> [2].

Комплексные материалы обладают легкостью, упругостью, несминаемостью, ветростойкостью, достаточно высокими водо- и теплозащитными свойствами. Для комплексных материалов характерны повышенная жесткость, плохая драпируемость, а также невысокая воздухопроницаемость, высокие теплозащитные свойства. Различают комплексные материалы одно- и двухсторонние, двух- или трехслойные, изготовленные клеевым, огневым или прошивным способом.

Односторонние - материалы, получаемые путем нанесения полимерного покрытия с одной, изнаночной, стороны основы. В качестве покрытия применяют различные полимерные композиции. В качестве основы используют ткани различного волокнистого состава. Односторонним дублированием вырабатывают легкие плащевые ткани.

При выработке двухсторонних комплексных материалов в качестве основного материала используют ткани, искусственные меха и трикотажные полотна различного волокнистого состава, характеризующиеся красивым внешним видом, небольшой поверхностной плотностью, высокой прочностью и износостойкостью. Подкладочным материалом могут быть ткань, поролон, (Доусан), трикотажное или нетканое полотно, искусственный мех. При выработке комплексных материалов для зимней одежды в качестве подкладочных применяют, как правило, шерстяные ткани, толстые трикотажные и нетканые полотна, искусственный мех. В двухслойных материалах, из которых изготавливают халаты, детские спортивные куртки, комбинезоны, для верха используют сатины и разнообразные синтетические ткани. Эти ткани дублируют трикотажными полотнами, имеющими начес; для придания двухслойным стеганым материалам большей рельефности при дублировании начесную сторону подкладочных материалов соединяют с тканями верха. Двухсторонние комплексные материалы вырабатывают одним из трех способов: клеевым, огневым и прошивным.

Клеевой способ состоит в том, что соединяют два слоя материалов, между которыми равномерно помещен клей в виде сплошного слоя, полос или порошка. Дублирование проводят на каландре под давлением и при высокой температуре. Для верха используют плотные и износостойкие ткани и трикотажные полотна, искусственные мех, кожу и замшу. В качестве подкладки применяют плотные массивные полушерстяные клетчатые пестроткани, трикотажные и нетканые полотна с начесом, искусственный мех с полиакрилонитрильным ворсом, ткани с длинным начесным ворсом. Комплексные материалы из искусственной замши, дублированные искусственным мехом или тканью с густым длинным начесным ворсом, имитируют шубную овчину.

С тех пор как традиционные шерсть и хлопок перестали удовлетворять производителей одежды и их потребителей, количество заменителей этих материалов стало «зашкаливать». Однако выделим главные тренды происходящих изменений в материалах для правильного выбора требуемых свойств одежды, обеспечивающих деятельность человека.

При любых условиях с кожи человека испаряется влага, а при физических нагрузках организм включает механизм терморегуляции через потоотделение для отвода избыточного

тепла. Так у человека при интенсивной физической деятельности в течение нескольких часов выделяется до 1 литра влаги. Чтобы одежда не препятствовала этому процессу (дать возможность водяным парам уйти в окружающую атмосферу) и одновременно защитила от внешней влаги (обеспечить водостойкость одежды), стали использовать паропроницаемые мембраны. По причине недостаточной механической прочности (толщина может быть от нескольких микрон до нескольких десятков микрон) они наносятся на изнаночную сторону проницаемой для ветра и влаги ткани. Поэтому окончательные свойства этого сэндвича будут также зависеть от свойств верхнего слоя - наружной ткани, которая определяет как внешний вид, так и прочность, толщину, жесткость... Конструкция такого сэндвича может быть двухслойной (2-Layer), двух с половиной слойной (2,5-Layer) или трехслойной (3 - Layer). В первом случае для защиты мембраны от механических повреждений используют дополнительную подкладку или сетку, во втором - проводится объемное тиснение мембраны (пупырышки, рифление) для уменьшения зоны контакта, в третьем - мембрана ламинируется мелкой сеткой. Конструкция 3 L (3-Layer или 3 Ply) является идеальной для мест, где высокая степень износа по трению, таких как плечи и локти. Одежда, полностью изготовленная из 3 L мембраны лучше всего подходит для тех, кому нужна максимальная прочность при самом небольшом весе. Одежда, изготовленная из 2 L мембраны имеет самую лучшую «дышимость» за самую низкую стоимость [3].

Для изготовления мембран используют синтетические полимеры: сополимеры полиэстера (Sympatex), полиуретан -PU (Toqay), политетрафторэтилен ePTFE (Gore-tex). Тонкие пленки мембран из гидрофобных полимеров непроницаемы и для пропускания водяных паров их делают пористыми. Одной из таких самых известных мембран является Gore-Tex. Она имеет в своей структуре большое количество микропор (9 миллиардов пор на кв. дюйм), чьи размеры слишком малы (0,1 -1 мкм), чтобы пропускать влагу снаружи, но достаточно велики, чтобы выпускать ее изнутри (микропора в 2000 раз меньше капли воды, но в 700 раз больше молекул водяного пара). Паропроницаемость (Moisture Vapour Transfer Rate - MVTR) измеряется количеством паров воды, которое способен пропустить квадратный метр мембраны за 24 часа ( $g/m^2 * 24h$ ). Другим, аналогичным параметром, но обратным понятию «паропроницаемость» является сопротивление квадратного метра мембраны ( $m^2 * Pa/W$ ) проникновению паров (Resistance Evaporative Thermique - RET). Разница состоит в применяемых для измерения стандартах. Водостойкость (waterproofness) измеряется высотой водного столба в мм, который мембрана выдерживает без промокания (mm H<sub>2</sub>O). Так у лучшей Gore Tex Classic: «дышимость» 2L мембраны - RET 55 (около 20000 гр/м<sup>2</sup>/24ч), 3L мембраны - RET 80 (около 25000 гр/м<sup>2</sup>/24ч), водостойкость у всех - более 20000 мм, ветрозащита - 100%. Появилось множество менее дорогих пористых мембран, имеющих различные характеристики паропроницаемости и водостойкости: Supplex, Hirona, Ultrex, eVENT, Breathex и др.

Неопрен (Neoprene) — пористый мягкий материал, принадлежащий к большому семейству синтетических каучуков. Материал разработан и запатентован американским химическим концерном DuPont. Самыми важными свойствами неопрена являются водонепроницаемость и высокая эластичность. Благодаря пористой структуре материал обладает положительной плавучестью. Также неопрен характеризуется прекрасными теплоизолирующими свойствами и стойкостью к вредному воздействию различных масел и химикатов. Одежда или отдельные элементы из неопрена широко применяются в экипировке туристов-водников, любителей подводного плавания и активного отдыха на воде, рыболовов.

Polaron - вид высокотехнологичного «дышащего» флиса, широко применяющийся при производстве одежды фирмы Graff (Польша). Флисовый материал Polaron обладает уникальной многослойной структурой, гарантирующей не только высокие терморегулирующие свойства, но и легкость экипировки в целом. Внутренний слой отвечает за быстрый сбор с поверхности тела излишков влаги. Закапсулированный в волокнах воздух препятствует излишнему охлаждению. Средний слой обеспечивает высокие износостойкие свойства материала. Все излишки влаги выводятся на наружный слой и испаряются, при этом необходимое количество тепла для поддержания оптимального обмена удерживается около поверхности тела.

Сетка air-mesh - объемный материал, состоящий из сетки трёхмерного плетения, образующее ячейки разного размера во внешнем и внутреннем слое, и тонкого поролон. Такая конструкция обеспечивает прочность, постоянную циркуляцию воздуха, придаёт амортизирующие свойства, что делает сетку air-mesh идеальным материалом для употребления в местах, где нужно без потери прочности снизить физическую нагрузку, трение и одновременно обеспечить хорошую воздухопроницаемость.

Сетка air-mesh очень широко применяется в товарах для спорта и туризма - используется для изготовления прокладок "спинок" рюкзаков, внутренней стороны лямок, набедренных поясов рюкзаков, а также наколенников, перчаток.

Serplex - мембранный материал, состоящий из 5 слоев различной фактуры: прочного нейлона, 2-х слоев полиуретана, тончайшего покрытия специального состава и защитной сетки. Наружный слой материала выдерживает давление минимум 5 м водяного столба. С внутренней стороны мембрана защищена специальной сеткой от истирания.

**Заключение.** Комплексные материалы постепенно занимают все большее место в нашей жизни. Области применения комплексных материалов многочисленны. Кроме легкой, авиационно-космической, ракетной и других специальных отраслей техники, они могут быть успешно применены в энергетическом турбостроении, в автомобильной и горнорудной, металлургической промышленности, в строительстве и т.д. Диапазон применения этих материалов увеличивается день ото дня и сулит еще много интересного. Можно с уверенностью сказать, что это материалы будущего.

#### Список использованной литературы:

1. <http://www.vatlin.net/formoobrazovanie-odezhdy-iz-kompleksnykh-materialov.html>
2. [http://lovisnami.ru/sovremennye-vysokotekhnologichnye-materialy-flis-neopren-i-eva\\_.html](http://lovisnami.ru/sovremennye-vysokotekhnologichnye-materialy-flis-neopren-i-eva_.html)
3. [http://www.maxx-shop.ru/auxpage\\_materialy](http://www.maxx-shop.ru/auxpage_materialy)
4. <http://www.falcoresearch.info/forum/index.p>
5. Электронные версии журналов.

## ТЕРИ ИШТЕТҮҮЧҮ ӨНӨР-ЖАЙЫНЫН КАЛДЫКТАРЫНЫН НЕГИЗИНДЕ

## ТЕКСТИЛ КОМПЛЕКСТҮҮ МАТЕРИАЛДАРДЫН ТЕХНОЛОГИЯСЫ

## ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ

## ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ КОЖЕВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## TECHNOLOGY OF TEXTILE COMPLEX MATERIALS BASED ON WASTE

## PRODUCTION OF SKIN INDUSTRY

Курманалиева Айзат Курушбековна

ст. преподаватель, Кыргызский Государственный Технический Университет им.

И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматов 66.

Kurmanalieva Aizat Kuruschbekovna

Senior teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, Kyrgyz State Technical University named

after I.Razzakov. e-mail: [ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru](mailto:ayzat.kurmanalieva.78@mail.ru).

**Аннотация.** Эл чарба тармактарынын арасында, колдонулуучу комплекстүү текстил материалдары, швея, бут кийим, мебель жана автомобиль өнөр-жайлары алдыңкы орунду ээлейт. Жаңы типтеги комплекстүү текстил материалдарын иштеп чыгуунун актуалдуулугу анык.

**Ачык сөздөр.** Базальт; булгаары; булгаары чаңы; комплекстүү материалдар; булгаары өнөр-жайы.

**Аннотация.** Среди отраслей народного хозяйства, использующих комплексные текстильные материалы, ведущее место занимают швейная, обувная, мебельная и автомобильная промышленности. Актуальность разработки новых типов комплексных текстильных материалов становится очевидной.

**Ключевые слова.** Базальт; кожа; кожевенная пыль; комплексные материалы; кожевенная промышленность.

**Abstract.** Among the branches of the national economy using complex textile materials, the leading place is occupied by the clothing, footwear, furniture and automotive industries. The urgency of developing new types of complex textile materials is becoming apparent.

**Keywords:** Basalt; leather; leather dust; complex materials; leather industry.

Комплексные текстильные материалы в настоящее время находят все более широкое применение как для бытовых, так и для технических целей. Их ассортимент в основном представлен материалами, дублированными пенополиуретаном, которые не удовлетворяют требованиям потребителей по гигиеническим свойствам и по причине старения пенополиуретана, что приводит к снижению срока их эксплуатации. Поэтому возникла необходимость в проектировании новых типов комплексных текстильных материалов без использования пенополиуретана, экологически чистых, обеспечивающих высокое качество изделий из них при длительной эксплуатации.

В последние годы особую актуальность приобретают комплексные текстильные материалы, в которых объединены несколько желаемых функций. Именно этот вид текстиля

позволяет создавать «интеллектуальный» и «умный» текстиль. Самой распространенной и экономически выгодной технологией получения таких материалов является получение комплексных материалов путем последовательного наложения текстильных полотен с различными свойствами и их соединения в единое целое подходящим способом. Это дает возможность варьировать свойства создаваемых полотен в очень широких пределах, регулировать их поверхностные и объемные, гигиенические и теплофизические свойства, регулировать анизотропию механических свойств и т.д.

Комплексные материалы привлекают особое внимание разработчиков, материаловедов и потребителей, так как предоставляют широкие возможности получения материалов с заданными свойствами. Это открывает значительные перспективы для их применения, в частности при решении тех задач, которые невозможно осуществить, используя традиционные материалы [1].

Современные комплексные материалы требуют использования армирующих компонентов с высокими функциональными характеристиками. К таким компонентам относятся арамидные, углеродные, стеклянные, базальтовые и некоторые другие волокна.

Базальтовые волокна являются основным видом неорганических волокон, которые могут использоваться как в различных текстильных структурах, так и для армирования различных по назначению комплексных материалов.

В зависимости от назначения в композитах можно использовать в качестве армирующего компонента текстильную основу из различных волокон, а в качестве связующего компонента – отходы кожевенного и мехового производства.

Одно из новейших направлений отходов кожевенного производства является получение на их основе комплексных материалов, обладающие высокими теплозащитными, упруго-пластическими и сорбционными свойствами, которые могут найти применение в различных областях промышленности.

Кожевенное производство - одно из старейших ремесел, известных человечеству с давних времен. Натуральная кожа как сырье для изготовления обуви, одежды, галантерейных изделий не утратит своего значения и в грядущем тысячелетии. Пройдя длительный период развития, кожевенное производство превратилось в современную высокоразвитую отрасль, использующую передовые достижения науки, техники и технологии.

Во многих странах кожевенная промышленность и кожеперерабатывающие отрасли вносят существенный вклад в развитие экономики и создание рабочих мест. Общая численность занятых в кожевенной промышленности в мире превышает 500 тысяч человек, а с учетом работающих в обувном и кожгалантерейном производстве эта цифра возрастает во много раз. Только в странах Европейского союза на кожевенных предприятиях работает около 50 тысяч человек. Кожевенная промышленность имеется практически во всех европейских странах, однако наибольшее число предприятий сосредоточено в южной Европе. Предприятия кожевенной отрасли в Италии, Испании, Португалии, Франции, Греции нередко располагаются компактно, занимая целые регионы. Кожевенное производство в этом случае является единственной отраслью, определяющей уровень благосостояния всего региона. Следует отметить, что наряду с профессиональными рабочими на кожевенных заводах занято значительное число неквалифицированного персонала, эти люди не могут получить какую-либо другую работу. Таким образом, очевидно, что роль кожевенного производства в решении социально-демографических проблем является достаточно значимой.

И, наконец, говоря о месте и роли кожевенной промышленности в общендустриальном ряду, следует особо отметить, что переработка ее предприятиями огромного количества шкур решает проблему утилизации отходов, превращая побочный продукт пищевой индустрии в полезные, высококачественные и привлекательные по внешнему виду готовые изделия.

В рамках данного исследования были изучены научные труды и разработки в области предложенной темы. Безусловный интерес к комплексным текстильным материалам вызывает у многих специалистов. Так, например, научное исследование Федосеевой О. Ю. по теме «Разработка нового типа комплексного текстильного материала и экспрессного метода оценки его износостойкости» [2] позволяют расширить области применения и внедрения комплексных текстильных материалов. Разработана классификация комплексных текстильных материалов, в основу которой положено: число слоев, структура и способы их дублирования, сырьевой состав и назначение материалов;

сформулированы требования к текстильным обивочным материалам и определена значимость факторов, влияющих на их износ; разработан новый тип комплексного текстильного материала, представляющий двухслойный синтетический текстильный материал, лицевой слой которого - тканое полотно крупноузорчатого переплетения из полиэфирных текстурированных нитей, изнаночный слой — нетканое холстопршивное безниточное полотно «Малифлис», дублирование слоев проходит клеевым способом термоадгезивом на основе полиэфирных паст; разработан экспрессный метод оценки износостойкости текстильных обивочных материалов; получены зависимости изменения разрывной нагрузки текстильных обивочных материалов от комплексного воздействия факторов износа.

Диссертационная работа Махоткина Л.Ю. на тему регулирование формовочной способности комплексных материалов обувной промышленности с применением неравновесной низкотемпературной плазмы, направлена на решение актуальной проблемы создания новых обувных материалов на основе натуральной кожи с повышенными эксплуатационными и технологическими характеристиками за счет воздействия потока неравновесной низкотемпературной плазмы на детали верха обуви [3].

Научные исследования Ян Жарлок по теме «Разработка технологии получения и переработки кожевенного полуфабриката стабилизированного соединениями железа», позволяют расширить области применения [4]. В результате проведенного исследования: • выделены железо-фталевосульфатные соединения; выяснен механизм образования комплексов в водных растворах; изучен состав выделенных кристаллов; представлена гипотетическая схема химического строения комплексов в кристалле; показано, что на каждый г. атом железа приходится 1 г. анион фталевой кислоты, 1 г. анион серной кислоты и 2 г. моля воды. разграничены эффекты химического взаимодействия маскированных соединений железа III с коллагеном дермы, в условиях получения полуфабриката; показано что на первом этапе обработки образуется ионная связь между комплексными соединениями и группами NH<sub>3</sub><sup>+</sup> коллагеновой структуры; при повышении pH происходит образование основных комплексов, которые переходят в ол-соединения и реагируют подобно дубящим соединениям хрома. разработана методика стабилизации пикелёванного голя в маскированном растворе сульфата окисного железа; установлено, что упруго-пластические свойства полученного при этом полуфабриката, близки полуфабрикату хромового дубления, изучены процессы извлечения из дермы соединений железа не участвующих в истинном дублении; предложены два варианта:

1- промывка с винной кислотой (комплексообразование)

2- восстановление Be<sup>3+</sup> → Pe<sup>2+</sup> сульфитом, которые могут быть использованы, в зависимости от принятого в производстве метода дубления и ассортимента готовой продукции, исследован и оптимизирован процесс хромового дубления для нового типа полуфабриката; технология получения и переработки

Научная работа Каплина В.Л. [5] направлена на разработку процессов переработки отходов кожевенно-обувных производств и создание технологического оборудования. В данном исследовании анализ технологии и оборудования по переработке отходов производств позволил установить, что для всех видов отходов кожевенно-обувного и кожгалантерейных производств имеются возможности утилизации, что данную отрасль позволяет превратить в безотходную. При этом исчезают затраты на их утилизацию, что несомненно благоприятно сказывается на экологию и экономит финансовые затраты предприятий. Вторичное использование отходов позволяет получить товары народного потребления и при этом получить прибыль. Предложен ряд оригинальных технологий переработки отходов кожевенно-обувного производства и получения из них товаров народного потребления, в частности древесно-кожевенные гидрофобизированные плиты.

Научная работа Папина А.В. [6] направлена на разработку технологии переработки отходов кож хромового дубления обувного производства, минимизирующей антропогенное воздействие на окружающую среду. Наиболее распространёнными промышленными отходами обувного производства являются коллагенсодержащие отходы кож хромового дубления (ОКХД), образующиеся в результате раскроя материала на детали верха обуви. Количество этих отходов достигает 20-30% от полезной площади. Приблизительно половина отходов является безвозвратными и не используется - они обычно сжигаются или захораниваются, что наносит существенный вред окружающей среде и здоровью человека.

Барнаханова Карлыгаш Турехановна разработала технологии изготовления древесностружечных плит с использованием кожевенных отходов [7]. Одним из важных и приоритетных направлений в развитии конкурентоспособной экономики государства является разработка способов производства экологически чистых, надежных и безопасных строительных материалов. При решении данной проблемы наиболее актуальным и важным является использование отходов кожевенной промышленности при изготовлении древесностружечных плит (ДСП), используемых практически во всех отраслях индустриально-строительного комплекса. Главным аспектом решения этой проблемы является тот факт, что производство древесностружечных плит дает большую возможность лесозаготовительной промышленности утилизировать отходы, прежде уничтожаемые сжиганием. Поскольку большая часть отходов кожевенных предприятий утилизируется, в основном, также посредством сжигания, то использование этих отходов позволит уменьшить выброс значительного числа вредных и канцерогенных веществ в атмосферу. Научная новизна работы: установлены физико-химические условия взаимодействия коллагена, содержащегося в отходах кожевенных производств с целлюлозой древесины, а также физические процессы между ними; установлены термодинамические и термические параметры процессов взаимодействия кожевенных отходов с водой; разработана технология утилизации кожевенных отходов; проведена эколого-экономическая оценка предлагаемой технологии получения древесностружечных плит. Результаты исследования позволяют расширить сырьевую базу производства древесностружечных плит и улучшить экологию окружающей среды, утилизируя кожевенные отходы, используя их в производстве ДСП.

По данной работе, рассмотрены разработанные комплексные материалы и их способы получения, а также патенты по данной теме. [8].

Таким образом, анализ литературных источников показал, что проблема создания текстильных комплексных материалов и изделий на их основе актуальна, поэтому в данной работе предполагается получение новых комплексных материалов из преимущественно местного сырья и с использованием отходов производств местной промышленности.

#### Список использованной литературы:

1. <http://www.vatilin.net/formoobrazovanie-odezhdy-iz-kompleksnykh-materialov.html>
2. Федосеевой О. Ю. Разработка нового типа комплексного текстильного материала и экспрессного метода оценки его износостойкости Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 2000
3. Махоткина Л.Ю. на тему регулирование формовочной способности комплексных материалов обувной промышленности с применением неравновесной низкотемпературной плазмы, Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 2001.
4. Ян Жарлок по теме «Разработка технологии получения и переработки кожевенного полуфабриката стабилизированного соединениями железа Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 1999.
5. Каплина В.Л. [2] направлена на разработку процессов переработки отходов кожевенно-обувных производств и создание технологического оборудования. Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 2002.
6. Папина А.В. [4] направлена на разработку технологии переработки отходов кож хромового дубления обувного производства, минимизирующей антропогенное воздействие на окружающую среду. Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 2003.
7. Барнаханова Карлыгаш Турехановна разработала технологии изготовления древесностружечных плит с использованием кожевенных отходов Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата тех. наук. - К.; 2001.
8. [http://lovisnami.ru/sovremennye-vysokotekhnologichnye-materialy-flis-neopren-i-eva\\_.html](http://lovisnami.ru/sovremennye-vysokotekhnologichnye-materialy-flis-neopren-i-eva_.html)
9. [http://www.maxx-shop.ru/auxpage\\_materialy](http://www.maxx-shop.ru/auxpage_materialy)
10. <http://www.falcoresearch.info/forum/index.php>.

УДК 691.542

## ГИПС ЧАПТАШТЫРГЫЧ ЗАТЫНЫН НЕГИЗИНДЕ КУРГАК КУРУЛУШ АРАЛАШМАЛАРЫНЫН КУРАМЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

### РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

#### DEVELOPMENT OF FORMULATIONS OF DRY BUILDING MIXTURES BASED ON GYPSUM BINDERS

к.т.н., доцент Омурбеков И.К., аспирант Сулейманова А., магистрант Шакирова С.  
КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызстан, г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34а

e-mail: dserjoca@gmail.com

Ph. D., associate Professor Omurbekov I.K., undergraduate Shakirova S., postgraduate  
Sulaimabova A.

The department PESMIK, KGUSTA them. N.Isanova, Bishkek, st. Maldybaev 34a.

**Аннотация.** Майда бөлүкчөлүү толтургучтарды: волластанитти, карбонат кальцийди, кургак гипс аралашмаларынын курамына кошуудагы техникалык мүнөздөмөөлөрү изилденген. Изилдөөнүн жыйынтыгы, силикат кальций (волластонит) менен толтурулган аралашма, кысууда жана ийүүдөчөң бекемдиги, ашыкча адгезиондук бекемдиги, жарылууга туруктуулугу менен айырмаланаарын көрсөттү.

**Ачкыч сөздөр.** толтургуч, гипс чапаштыргычы, волластонит, кальцит, адгезиондук бекемдик, жарылууга туруктуулук.

**Аннотация.** Исследованы технические характеристики сухих гипсовых смесей при введении в их состав тонкодисперсных наполнителей: волластонита, карбоната кальция. Результаты исследования показали, что наполненные силикатами кальция (волластонит) смеси отличаются большей прочностью при сжатии и при изгибе, повышенной адгезионной прочностью, трещиностойкостью.

**Ключевые слова:** наполнитель, гипсовые вяжущие, волластонит, кальцит, адгезионная прочность, трещиностойкость.

**Annotation.** The technical characteristics of dry gypsum mixtures with the introduction of fine fillers into their composition: wollastonite, calcium carbonate. The results of the study showed that filled with calcium silicates (wollastonite) mixtures are more durable in compression and bending, increased adhesive strength, crack resistance.

**Key words:** filler, gypsum binders, wollastonite, calcite, adhesive strength, crack resistance.

В технологии современных отделочных материалов перспективным направлением является разработка и изготовление сухих строительных смесей из местного сырья на основе гипсовых вяжущих, т.к. они позволяют уменьшить себестоимость продукции, повысить качество отделки при сокращении сроков выполнения работ.

Сырьевыми материалами, используемыми в работе: был использован строительный гипс, физико-механические характеристики которого приведены в таб.1.

Таблица 1. Физико-механические свойства строительного гипса

Материалы	НГ	Сроки схватывания, мин		Предел прочности, МПа	
		начало	конец	на изгиб	на сжатие
Строительный гипс	0,5	5	13	3,8	5,4

Строительный гипс ГОСТ 125-79 относится к гипсовым вяжущим марки Г-5.

Химический состав используемых материалов приведен в табл.2.

Таблица 2.

№	Содержание оксидов, в %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O	nnn	Σ
1	54,20	5,08	0,53	-	39,95	0,25	-	Следы	1,06	0,96	102,03
2	1,25	0,54	0,31	-	5,69	1,17	1,29	-	-	44,66	99,99
3	61,38	25,92	0,95	-	0,39	1,05	-	-	2,45	7,83	99,97

Использован волластонит Чаткальского месторождения. Волластонит имеет длиннопризматическую и табличную структуру.

В основе строения волластонита лежит цепочка связанных между собой кремнекислородных тетраэдров. Повторяемость положения их в цепочках через тетраэдр. Показатель преломления – 1,16–1,63. Волластонит имеет белый или розовато-серый цвет с шелковистым блеском. Минеральный состав волластонитовой породы приведен в табл.3.

Таблица 3. Минеральный состав волластонитовой породы.

Месторождение	Содержание компонентов				
	волластонит	кварц	кальцит	пироксены	полевоы шпат
Макмал	32,54	3,02	54,16	4,06	6,23

Содержание волластонита в породе составляет 68-70%, содержание кальцита – 1,05%. Дифрактограмма и дериватограмма (рис.2.3, 2.4) волластонитовой руды показывает о наличии в ней кварца, полевого шпата, кальцита.

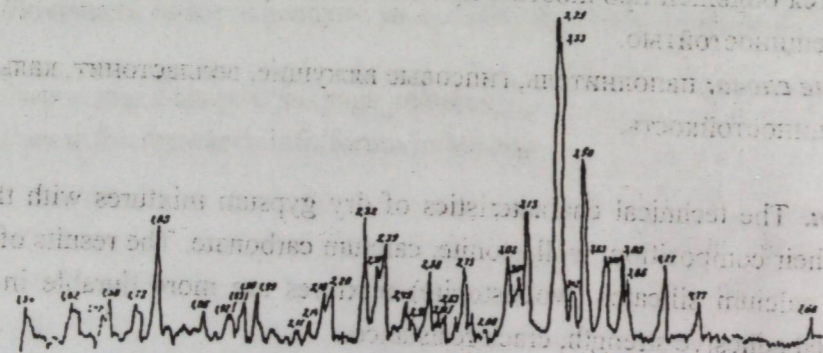


Рис.1. Рентгенографический анализ волластанита.

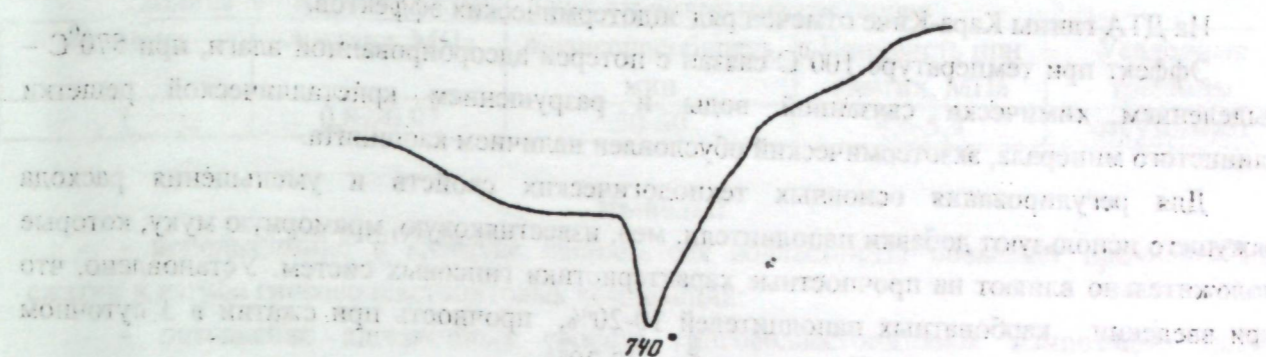


Рис.2. Дифференциально-термический анализ волластонита.

Методом поглощения извести из насыщенного раствора была определена активность волластонита, которая составила 32 мг/л.

Волластонит характеризуется высокой степенью белизны, коэффициент отражения составляет 92% (КО=92%). Растворимость волластонита в нейтральной воде составляет 0,0095г в 100мл при 25°С.

Насыпная плотность в зависимости от размера зерен колеблется в пределах 500-1250 кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент термического расширения 6,5x10<sup>-6</sup> мм/мм/град.

Значение pH 10% шлама волластонита составляет 10.

В качестве замедлителя схватывания строительного гипса использовался гранулированный костный клей ГОСТ 2067-93, который представляет собой однородные гранулы, проходящие через сито с размером ячеек 10 мм, цветом от темно-желтого до темно-коричневого цвета. По содержанию органолептических и физико-химических показателей относится к марке К 3,5, для выработки которого применяется кость по ГОСТ 16147 и натриевая соль карбоксиметаллцеллолозы по ТУ\* 6-55-40.

Массовая доля влаги галерты (клеевой студень) – 59%;

Массовая доля влаги (кроме галерт) – 17%;

Массовая доля общего жира – 3%;

Массовая доля золы – 3,5.

В качестве модифицирующей добавки были использованы алюмокалиевые квасцы ГОСТ 15028-77.

В работе использовалась строительная известь АО «Бишкеккурулуш материалы». Содержание CaO+MgO в извести составляет 92%, содержание непогасившихся частиц – 1%. Известь согласно ГОСТ 9179-77 относится к извести 1 сорта.

Для модифицирования свойств сухих строительных смесей на основе гипса была использована глина Кара-Киче, химический состав которой приведен в табл.2.

По содержанию Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, величины потерь при прокаливании глина относится к каолинито-гидрослодистым, для которых характерно содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 20 до 35%. По содержанию Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> глина Кара-Киче относится к полукислым, по содержанию свободного кварца – к глинам с высоким содержанием этого минерала (29,01%). Число пластичности составляет 10-10,5.

Гранулометрический состав глины характеризуется содержанием: тонкодисперсных фракций, размером < 0,001мм 45,5%; крупнодисперсных частиц, размером > 0,5мм – 2%.

Минеральный состав глин представлен каолинитом с основными пиками на дифрактограмме 0,714 и 0,356нм; гидрослодой (0,10 и 0,498нм), кварцем (0,424 и 0,334нм).

На ДТА глины Кара-Киче отмечен ряд эндотермических эффектов.

Эффект при температуре 100°C связан с потерей адсорбированной влаги, при 570°C – выделением химически связанной воды и разрушением кристаллической решетки глинистого минерала, экзотермический обусловлен наличием каолинита.

Для регулирования основных технологических свойств и уменьшения расхода вяжущего используют добавки наполнители: мел, известняковую, мраморную муку, которые положительно влияют на прочностные характеристики гипсовых систем. Установлено, что при введении карбонатных наполнителей 10-20%, прочность при сжатии в 3 суточном возрасте увеличивается на 5-10%, при изгибе – 20-30%.

Тонкодисперсной наполнитель заполняет полости между кристаллами гипса, что способствует увеличению прочности контактов и повышению плотности.

Было показано, что степень наполнения и удельная поверхность карбонатных наполнителей оказывают влияние и на водопотребность смесей ( $V_n$  снижается на 10-15%).

Результаты исследования адгезионных свойств гипсоволластонитовых композиций к различным поверхностям показали их повышенные значения (1,51-2,62МПа), что послужило обоснованием использования их в состав сухих строительных смесей.

Сухие строительные смеси на основе гипса обладают благоприятным сочетанием свойств: быстро твердеют, пластичны, обладают высокой водоудерживающей способностью, сохраняют подвижность, необходимую во время их использования.

Для получения сухих гипсовых смесей используют добавки, регулирующие пластические свойства, повышающие водоудерживающую способность и замедляющие сроки схватывания, что обеспечивает увеличение жизнеспособности гипсовых растворов.

Тонкодисперсный наполнитель (волластонит) способствует повышению адгезии гипсовых композитов к различным поверхностям, упрочняет структуру дигидрата сульфата кальция в процессе твердения, что обуславливает повышение долговечности отделочных составов.

Гидратная известь (3-6%) в составе гипсоволластонитовых композиций выполнять роль пластифицирующей добавки и замедлителя схватывания гипсового вяжущего. Она придает тесту повышенную подвижность, снижается растворимость  $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ , тем самым замедляется процесс кристаллизации дигидрата.

Комплексная добавка, содержащая костный клей и алюмокалиевые квасцы, способствует удлинению сроков схватывания и упрочнению составов.

Однако в разработанных составах содержание гипса высокое, а также они обладают высокой прочностью (20,0-30,0МПа). Поэтому при разработке составов сухих строительных смесей были учтены характер воздействия волластонитового наполнителя, гидратной извести и комбинированной добавки на свойства гипса и дополнительно введены добавки, модифицирующие их свойства.

Для большей пластификации растворов была использована глина Кара-Киче (10-15%) и молотый мел (15-20%), повышающий водоудерживающую способность смеси.

Составы сухих строительных смесей приведены в табл.4.

Таблица 4. Составы сухих строительных смесей.

№ смеси	Содержание компонентов, в %						
	гипс	известь	глина	мел	волластонитовая мука	костный клей	квасцы
1	25-34	3-7	10-15	25-27	25-35	0,2-1,0	0,5-1,0

Характеристики сухих строительных растворов приведены в табл.5.

Таблица 5. Характеристики сухих строительных растворов

№ смеси	Адгезия, МПа	Жизнеспособность, мин	Прочность при сжатии, МПа	Усадочные трещины
1	0,82-0,97	50-60	4,6-5,4	отсутствует

#### Выводы:

- использование в качестве наполнителя волластонита повышает прочность при сжатии и изгиба гипсоволластонитовых композиций;
- повышение адгезионных свойств гипсоволластонитовых композиций можно объяснить структурными особенностями волластонита к повышенными адгезионными свойствами тонкоизмельченного волластонита;
- использование пластичной глины в составе сухих смесей способствует пластификации и повышению водоудерживающей способности смесей;
- повышение трещиностойкости смесей с волластонитом, снижение усадочных деформаций связано с тем что за счет увеличения контактов в гипсовом камне наполнитель заполняет полости между кристаллами гипса, а игольчатый силикатный материал выполняет роль микроармирования.

#### Литература:

1. Сухие строительные смеси учебные пособие /В.В.Козлов.-М.:АСВ, 2003.-96с.
2. Ассакунова Б.Т., Омурбеков И.К. Гипсоволластонитовые композиции из местного сырья//Вестник Казахская головная архитектурно-строительная академия/Вып.1-Алматы. 2005, с 49-53
3. Омурбеков И.К. Водостойкие облицовочные гипсовые изделия с наполнителями //дисс.на соиск.уч.степени к.т.н. 2006.

УДК 691.32

### ЖЕРГАЛАН ГИПСКЕНИНИН НЕГИЗИНДЕ ЧОПОГИПС ЧАПТАШТЫРГЫЧЫ ГЛИНОГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ГИПСА ДЖЕРГАЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

#### CLAY-GYPSUM BINDERS BASED ON GYPSUM FIELDS JARGALANG

к.т.н., доцент Омурбеков И.К., магистрант Шакирова С.

каф. ПЭСМИК КГУСТА им. Н.Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек, ул Малдыбаева 34 а.

Ph. D., associate Professor Omurbekov I.K., undergraduate Shakirova S.

the department PESMIK, KGUSTA them. N.Isanova, Bishkek, st. Maldybaev 34a.

e-mail: dserjoca@gmail.com

**Аннотация.** Статьяда Жергалан гипскенинин негизинде чопогипс чапташтыргычын алуу мүмкүнчүлүгү каралган. Чопогипс чапташтыргычын негизиндеги кургак аралашманын иштелип чыккан, лабораториялык шартта иштелип көрүлгөн курамы көрсөтүлгөн.

**Ачык сөздөр.** Чопогипс, кургак аралашма, гипс, натыйжалуу, энергия үнөмдөөчү, жумшак, соок желим, суу өткөзүүчү, суукка чыдамдуу, суу-кармоо жөндөмдүүлүгү.

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность получения глиногипсовых вяжущих на основе гипса Джергаланского месторождения. Представлен разработанный состав сухих смесей на основе глиногипсовых вяжущих, апробированный в лабораторных условиях.

**Ключевые слова.** Глиногипс, сухая смесь, гипс, эффективный, энергосберегающий, пластичный, костный клей, водонепроницаемый, морозостойкий, водоудерживающей способностью.

**Annotation.** The article considers the possibility of obtaining clay-gypsum binders based on gypsum from the Jergalansky field. The developed composition of dry mixtures based on clay-gypsum binders, tested in laboratory conditions, is presented.

**Keyword.** Clay gypsum, dry mix, gypsum, efficient, energy-saving, plastic, bone glue, water-permeable, frost-resistant, water-holding capacity.

В связи с повышением темпов жилищного строительства в республике строительные материалы должны обладать требуемыми конструктивными и эксплуатационными характеристиками, экологически и экономически эффективными, изготовленными по малоэнергоемкой технологии с использованием местного сырья.

Этим требованиям в значительной степени отвечают гипсовые материалы и изделия, производство которых отличается коротким технологическим циклом, несложностью переработки сырья с незначительным расходом топлива и энергии, в 4, 5 раза меньшим, чем при производстве одной тонны портландцемента. А сами изделия характеризуются комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств: достаточной прочностью, повышенными теплозащитными, звукоизолирующими характеристиками, огнестойкостью, легкостью, высокой декоративностью, экологической безопасностью и комфортностью.

По химическому составу гипс нетоксичен, при его переработке в окружающую среду не выделяется  $CO_2$ , поэтому (в отличие от цемента и извести) получаемые из него вяжущие не являются аллергенами и не вызывают заболевания силикозом.

Поэтому в зарубежных странах за последние 20-30 лет возросло применение гипсовых материалов и изделий на единицу объема строительных работ, например, в США и Японии в 2,5 и 1,8 раз, соответственно.

В Кыргызской Республике имеются предпосылки для организации собственной отрасли гипсовых материалов – это наличие сырья во всех регионах республики, достаточный опыт по производству и применению гипсовых вяжущих и изделий. Так, в советский период развития страны гипсовые вяжущие выпускались в г. Ош, Джалал-Абад, Фрунзе [1].

В 70-х годах прошлого столетия на комбинате производственных предприятий (КПП) г. Фрунзе было широко освоено производство изделий для сельскохозяйственного строительства (животноводческие фермы, кошары) на основе гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ), приоритет создания которого принадлежит советским ученым А.В. Волженскому с его учениками. Сооружения, построенные из указанных материалов сохранились и поныне, несмотря на жесткие условия их эксплуатации [2].

В 90-е годы построен гипсовый завод в с. Куланак Нарынской области, где было освоено изготовление гипса марки Г-6, Г-7 на основе сырья Бактерекского месторождения,

который относится к сырью I-сорта. Последние 2-3 года осваивается выпуск гипсовых изделий на предприятии ОсОО «Мега ЮнионИндастри» в с. Достук Джалал-Абадской области [1].

Для широкомасштабного освоения природных запасов гипсового и гипсосодержащего сырья и в связи с повышением требований к качеству и эффективности гипсовых вяжущих, материалов и изделий является необходимым более тщательное изучение исходного сырья, технологии его переработки для придания гипсовым изделиям новых свойств.

На территории Кыргызстана имеется более 100 месторождений гипсового сырья, большинство из которых сопровождаются прослоями, линзами глин, алевролитов, песчаников, известняков, мергелей. Гипсосодержащие породы, являющиеся смесью мельчайших кристаллов гипса с глинистопесчаным и карбонатным материалом, известны под названиями: глиногипс, глинокарбонатогипс, и они не нашли промышленного применения.

В связи с вышеизложенным, исследование особенностей физико-механических свойств гипсового и гипсосодержащего сырья республики, вовлечение их в строительную отрасль является актуальной проблемой.

Цель работы: Разработка энергосберегающей технологии производства экологически эффективных гипсовых вяжущих из местного сырья.

В данной работе приведен опыт получения гипсовых вяжущих на основе гипса Джергаланского месторождения в производственных условиях, расположенного в 1,5 км севернее пос. Джергалан в Тюпском районе.

Гипс залегает на левом борту свая Лисий в виде линзообразного пласта мощностью 40-100 м и протяженностью около 2,5 км.

Гипс от светло-серого до темно-серого цвета, полосчатый, трещиноватый. Трещины выполнены глинистыми веществами.

Содержание основных компонентов:  $CaO$  25,29-32,16 %,  $SO_3$  30,18-44 %,  $H_2O$  10,9-18,38 %. Содержание двухводного гипса ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) составляет 64,88-95,46, т.е. порода характеризуется повышенным содержанием глинистых примесей.

Обжиг породы производился в варочных котлах без усреднения. Использовалась вскрышка. Подъем температуры до 180 °С был произведен за 40 мин. Выдержка при максимальной температуре 90 мин. Полученный продукт испытывали согласно

ГОСТ 23789-79 «Методы испытаний гипсовых вяжущих». Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица -1 Физико-механические характеристики обожженных материалов

Температура обжига, °С	Тонкость помола, сито № 02, %	НГ, %	Сроки схватывания,		Прочность через 2 ч. твердения, МПа	
			Нач. мин	Конец. мин.	При изгибе	При сжатии
160	0	67	8	10	1,8	2,9
180	0	64	9	2	2,0	3,0

Из приведенных данных видно, что в зависимости от температуры обжига (160-180° С) физико-механические характеристики обожженного продукта стабилизируются. Можно отметить, что по предварительным данным, полученный материал относится к глиногипсам. Обжиг породы производился без отделения глинистой составляющей.



Известно, что качество обожженного глиногипса зависит не столько от содержания гипса в породе, а зависит от находящихся в ней минералов и дисперсности несulfатной части (доходящей до 0,001 мм).

Сроки схватывания и невысокая прочность материала обоснованы содержанием глины в породе.

Однако из литературных источников известно, что вяжущие, полученные из природных глиногипсов отличаются большей водоустойчивостью, огнестойкостью, чем гипсы и являются прекрасным декоративным материалом.

Поэтому полученный материал может быть вяжущим компонентом при получении сухих смесей.

Глиногипсовые вяжущие в сравнении с гипсовыми являются менее водопроницаемыми и морозостойкими. Механическая прочность глиногипсов при увлажнении несколько уменьшается, но после высушивания не только восстанавливается, а даже оказывается более высокой, чем первоначальная.

Сухие строительные смеси на основе глиногипсовых вяжущих обладают благоприятным сочетанием свойств: быстро твердеют, пластичны, обладают высокой водоудерживающей способностью, сохраняют подвижность, необходимую во время их использования.

При разработке состава и свойств сухих смесей использовались местные материалы: использовалась известь I сорта с содержанием CaO+MgO 92 %, количество непогасившихся частиц - 0,7 % (ГОСТ 9179-77).

Комплексная добавка состояла из 0,2 % гранулированного костного клея ГОСТ 2067-93 и 0,5 % алюмокалиевых квасцов ГОСТ 15028-74.

В составе глиногипсовых вяжущих содержится глина, которая повышает пластические свойства и водоудерживающую способность. Однако для большей пластификации следует добавлять пластичную глину Кара-кече (до 10 %) и молотый мел (15 %), повышающие водоудерживающую способность.

Глина Кара-Кече, с числом пластичности 10-10,5. Гранулометрический состав глины характеризуется содержанием тонкодисперсных фракций размером < 0,001 мм - 45,5 %; крупнодисперсных частиц размером 0,5 мм - 2 %. По минералогическому составу относится к каолинито- гидрослюдистым.

Для замедления схватывания необходимо добавить 3-6 % гидратной извести, которая придает повышенную подвижность раствору, снижает растворимость гипсовой составляющей и замедляет кристаллизацию дигидрата.

Комплексная добавка, состоящая из костного клея и алюмокалиевых квасцов удлиняет сроки схватывания и упрочняет составы [2, 3].

Состав сухих смесей приведен в табл. 2.

Таблица -2 Состав сухих смесей

№ смеси	Содержание компонентов, в%					
	глиногипс	известь	глина	мел	Костный клей	квасцы
1	30	3	6	20	0,2	0,5
2	28	4	7	20	0,2	0,5
3	25	5	5	25	0,2	0,5
4	24	6	6	25	0,2	0,5

Таблица -3 Физико-механические характеристики сухих смесей

№ смеси	Адгезия, МПа	Жизнеспособность, мин	Прочность при сжатии, Мпа	Усадочные трещины
1	0,62	50	3,8	Отсутствуют
2	0,72	50	3,9	Отсутствуют
3	0,75	50	4,1	Отсутствуют
4	0,78	50	4,2	Отсутствуют

#### Выводы:

Получены в промышленных условиях глиногипсовые вяжущие марки Г- 3 из гипсового сырья Джергаланского месторождения;

На основе глиногипсовых вяжущих разработан состав сухих смесей, апробированный в лабораторных условиях.

#### Литература:

1. Справочник по месторождениям строительных материалов Кирг. ССР /Мингеолог. СССР, Упр. Гео Кирг. ССР. М.: Недра, 1967.- с. 215-2016 с.
2. Волженский А.В., Стомбуко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементопуццолановые вяжущие, бетоны и изделия.-М.: Стройиздат, 1971.-318 с.
3. Омурбеков И.К. Водостойкие облицовочные изделия на основе модифицированных гипсовых вяжущих веществ: Автореферат дис. К.т.н. Бишкек, 2006 г.
4. Ассакунова Б.Т. Модифицированные водостойкие гипсовые вяжущие вещества из местного сырья.-Бишкек: Китеп Компани, 2008 г.

УДК 574.5(282.65)

#### ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ИССЫК КУЛЬ

Тыныбеков А.К., Кыдыралиев И.М. e-mail: [azamattynybekov@mail.ru](mailto:azamattynybekov@mail.ru)

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты экспериментальных измерений фитопланктона озера Иссык-Куль и в рамках много модельного подхода к изучению природных биосистем предложены четыре варианта описания динамики биомасс фитопланктонного сообщества в водной экосистеме.

**Ключевые слова.** Математическое моделирование, фитопланктон, фитопланктонное сообщество, биосистема, питательные вещества.

#### ЫССЫК-КӨЛДҮН АБАЛЫНЫН САНДЫК МОДЕЛДӨӨЛӨРҮ

Тыныбеков А.К., Кыдыралиев И.М.

**Аннотация.** Бул макалада Ыссык-Көлдүн фитопланктондун эксперименталдык өлчөөлөрүнүн жыйынтыктары келтирилген жана суулуу экосистемасында жаратылыш биосистемаларын окуп үйрөнүүдө көп моделдүү мамилени алкагында фитопланктондук кошкоомдун биомассалар динамикасын чагылдырган төрт вариант сунушталган.

**Ачкыч сөздөр.** Математикалык моделдөө, фитопланктон, фитопланктондук кошкоом, биосистема, азык заттар.

**Abstract.** This article presents the results of experimental measurements of phytoplankton of Lake Issyk Kul and in the framework of the multimodal approach to the study of natural biological systems are offered four options to describe the dynamics of the biomass of phytoplankton community in the aquatic environment.

**Key words:** Mathematical modeling, phytoplankton, phytoplankton community, bio system, nutrients

Озеро Иссык-Куль представляет собой крупный незамерзающий слабосоленый глубоководный водоем площадью 6200 км, который занимает 23 место по величине среди озер всего мира. Озеро является изолированным бассейном, расположенным на высоте около 1608 м и имеющим особый гидрологический режим. Основная масса первичного органического вещества, определяющего биологическую продуктивность водоема, синтезируется фитопланктоном, поэтому изучение экологического состояния фотосинтеза фитопланктона оз. Иссык-Куль представляет большой научный и практический интерес. Действие различных экологических факторов и антропогенных загрязнений может приводить к изменению концентрации и фотосинтетической активности водорослей. Вследствие этого регистрация продукционных характеристик фитопланктона позволяет оценивать состояние водной среды в целом.

Лучшего развития фитопланктон достигает в мелководных, особенно опресненных заливах (Тюпском, Каракольском, Покровском, Рыбачинском). На рис. 1 показан виды озерных планктонных водорослей.

В составе фитопланктона озера обнаружено более 100 видов водорослей, среди которых наибольшее видовое разнообразие приходится на группу сине-зеленых (Cyanophyta), диатомовых (Bacillariophyta) и зеленых (Chlorophyta) водорослей. Из сине-зеленых массовыми видами являются *Merismopedia punctata* Megeen, *M. tenuissima* Lemm., *Ylodecapsa varia* (A.Br.) Hollerb., *Y. Minor* (Kütz.) Hollerb., *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti. и др. (табл 1), из диатомовых *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *C. caspia* Yun., *C. ocellata* Pant. и др., из зеленых преобладают представители протококковых водорослей (*Oocystis issykkulica* Kulumb, *O. Borgei* Snow., *O. Pelgica* Lemm., *O. Solitaria* wittarock, *O. Parva* W.et. W., *Dictiosphaerium pulchellum* Wood. var *pulchellum* и др.). Эти группы водорослей составляют свыше 95% видового состава и биомасса фитопланктона. По количеству видов и биомассе основная часть фитопланктона в озере Иссык-Куль сосредоточена в верхнем слое воды 0-50 метров, а наибольшая концентрация отмечается на глубине около 25 метров [1,2]. До глубин 100-120 м численность и биомасса фитопланктона сильно уменьшается, а глубже идет резкое снижение его концентрации, хотя живой планктон регистрируется до максимальных глубин [1,2]. На больших глубинах 300-600 м регистрируется в основном *Ylodecapsa minor* и *Lyngbya contorta*. Наличие фитопланктона на больших глубинах связано с активной циркуляцией водных масс Иссык-Куля.

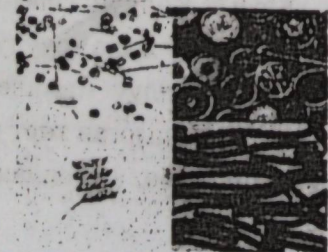


Рис.1. Виды озерных планктонных водорослей

В последнее время, большое распространение получили методы измерения флуоресценции хлорофилла, обладающие высокой чувствительностью и позволяющие быстро оценивать ряд характеристик фитопланктона без воздействия на его физиологическое состояние. Известно, что выход флуоресценции при низкой освещенности ( $F_0$ ) коррелирует с концентрацией хлорофилла и биомассой микроводорослей в водоемах. Этот параметр зависит, прежде всего, от концентрации всех светособирающих пигментов в клетках водорослей и может служить показателем обилия фитопланктона.

Для оценки фотосинтетической активности водорослей возможно использовать методы измерения переменной флуоресценции ( $F_v$ ). Фотосинтетическая активность фитопланктона в значительной степени зависит от протекания первичных реакций преобразования световой энергии в энергию химических связей в реакционных центрах экосистемы, разлагающей воду. Показано, что отношение  $F_v/F_m$  отражает эффективность фотохимического преобразования световой энергии в ФС II [в дальнейшем именуется фотохимической активностью] водорослей и коррелирует со значениями фотосинтеза, определенными по скорости выделения  $O_2$  или по фиксации  $CO_2$  (рис.2).

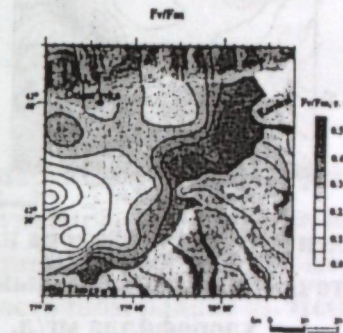


Рис.2 Карта фотосинтетической активности ( $F_v/F_m$ ) фитопланктона на поверхности (в глубине до 10м), смешанный слой в юго-восточном районе оз. Иссык-Куль; средние значения.

Для определения продукционных характеристик фитопланктона *in situ* в режиме реального времени на кафедре биофизики биологического факультета МГУ был разработан компактный погружной двух лучевой импульсный зонд-флуориметр [3]. Прибор измеряет вертикальное распределение таких продукционных характеристик фитопланктона, как обилие (по  $F_0$ ) и фотохимическая активность (по отношению  $F_v/F_m$ ), а также подводную освещенность и температуру воды.

Впервые проведено исследование *in situ* экологического состояния природного фитопланктона озера Иссык-Куль и его заливов, по обилию и фотохимической активности клеток с использованием погружного флуориметра [4].

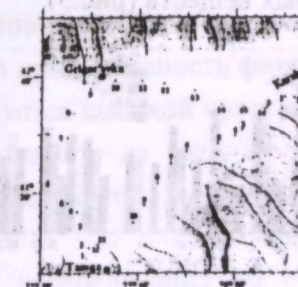


Рис.3. Карта станций в юго-восточном районе оз. Иссык-Куль, где были сняты пробы.

Объектом исследований послужили природные популяции фитопланктона юго-восточной части озера Иссык-Куль.

Для измерений использовали погружной импульсный флуориметр, регистрация флуоресценции на котором производилась методом pump-and-probe. Флуориметр состоял из погружного зонда, бортового блока питания, соединенного с зондом и с компьютером, управлявшим процессом измерений по программе, заданной пользователем.

На станциях юго-восточной части озера при помощи погружного зонда были измерены *in situ* вертикальные профили температуры, подводной освещенности, обилия (по  $F_0$ ) и фотохимическая активность РЦ ФС II (по  $F_v/F_m$ ), по которым строили пространственные разрезы указанных характеристик (Рис.3.). Параллельно с зондированием фитопланктона с поверхности проводился отбор проб для определения химических параметров воды. Обилие фитопланктона выражали в единицах концентрации хлорофилла ( $Хл^*$ ), предварительно откалибровав в лабораторных условиях выход сигнала  $F_0$  по концентрации хлорофилла "А", а также проведены анализы горизонтального распределения параметров флуоресценции фитопланктона в верхнем перемешиваемом слое оз. Иссык-Куль и в заливах (рис.4).

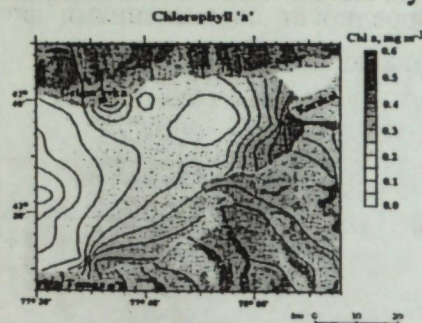


Рис. 4. Карта распределения фитопланктона на поверхности (в глубине до 10м) смешанный слой в юго-восточном районе оз. Иссык-Куль; средняя концентрация а хлорофилла мг/л.

При исследовании распределения флуоресценции по акватории озера Иссык-Куль наглядно прослеживалась связь между параметрами флуоресценции фитопланктона и концентрацией биогенов. Построенные карты горизонтального распределения значений  $F_0(Хл^*)$ ,  $F_v/F_m$  и концентрации неорганического азота в восточной части озера Иссык-Куль показали, что распределение показателей флуоресценции, в целом, коррелировало с содержанием неорганического азота в воде, который является одним из наиболее важных компонентов минерального питания. Наибольшая концентрация этого элемента приходилась на прибрежные районы вдоль линии Каракол-Тамга, что связано с менее гористой местностью в этом районе и, соответственно, большим обогащением притоков почвенными частицами. Вдоль этой линии побережья мы также обнаружили связь между содержанием минеральных веществ и интенсивностью флуоресценции фитопланктона. Наибольшие значения обоих параметров флуоресценции приходились на залив Каракол, где наблюдалась повышенная концентрация минеральных веществ (рис.5).

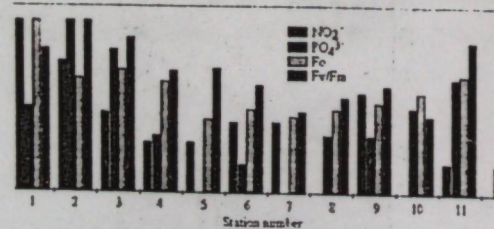


Рис.5. Распределение параметров флуоресценции  $F_0$  ( $Хл^*$ ) и  $F_v/F_m$ , а также концентрации неорганического азота и фосфатов вдоль побережья Каракол-Тамга оз. Иссык-Куль

Исследование заливов оз. Иссык-Куль позволило изучить изменения флуоресценции фитопланктона непосредственно вблизи устьев рек на малой площади, где существовал выраженный горизонтальный градиент концентрации минеральных веществ. Средние значения флуоресценции в заливах Тамга и Тон в период измерений составили  $Хл^*=0.16$  мг  $м^{-3}$  и  $F_v/F_m=0.32$ , что превышало средние значения по верхнему перемешиваемому слою исследованной части озера, которые равнялись 0.12 и 0.26, соответственно. Повышенное обилие и фотохимическая активность РЦ водорослей в заливах являлось следствием большего содержания солей азота и фосфора. Горизонтальные изменения величин  $F_0(Хл^*)$  и  $F_v/F_m$  в заливах Тамга и Тон имели общий характер и были линейно связаны друг с другом (рис.6.). Так, наибольшие значения параметров флуоресценции наблюдались вблизи устьев рек и уменьшались по мере удаления от них.

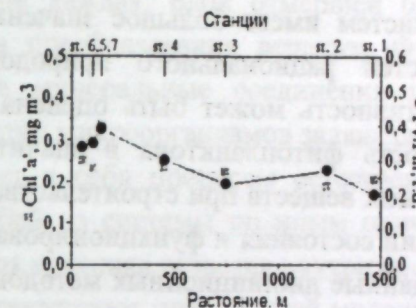


Рис.6. График средней концентрации фитопланктона (концентрация хлорофилла -  $Хл$  мг/л), фотосинтетическая активность ( $F_v/F_m$ ) на поверхности, на глубине до 10м; смешанный слой в Тонском заливе (функция зависимости расстояния от речного залива в юго-восточном районе оз. Иссык-Куль);

Необходимо отметить, что в речной воде содержались очень низкие концентрации микроводорослей, которые не могли значительно влиять на характер распределения фитопланктона в заливах. Из представленных данных следует, что наибольшие величины обилия и фотохимической активности центров фитопланктона наблюдались в районах, более богатых терригенными элементами, принесенными, как правило, притоками. Одновременное снижение как обилия, так и эффективности первичных процессов фотосинтеза в районах озера, обедненных основными биогенными элементами, скорее всего, было обусловлено снижением фонда свободных аминокислот в клетках водорослей, вследствие чего уменьшалась интегральная скорость синтеза клеточных белков, в том числе Д1 белка, входящего в состав РЦ ФС II и наиболее подверженного фотоокислительной деструкции.

Из этого следует, что уменьшение обилия фитопланктона в районах с пониженным содержанием минерального питания могло происходить в результате снижения скорости развития популяции, а уменьшение фотохимической активности реакционных центров было обусловлено накоплением фотоокисленных центров ФС II из-за низкой скорости их репарации. Можно полагать, что продуктивность фитопланктона в верхнем перемешиваемом слое оз. Иссык-Куль характеризуется высокой чувствительностью к концентрации основных биогенных элементов, что следует из наличия положительной корреляции между интенсивностью  $F_0$  и  $F_v/F_m$  и содержанием минеральных веществ.

Измерение фитопланктона *in situ* с использованием погружного флуориметра позволило исследовать характер распределения на станциях Иссык-Куля продукционных параметров водорослей их обилие и фотохимическую активность, на которые влияют факторы среды, в том числе и загрязнения.

Сравнение этих параметров с освещенностью, температурой и концентрацией солей азота и фосфора в пелагической и литеральной зонах озера показало, что наибольшее значение для обилия и фотосинтетической активности фитопланктона имеет концентрация биогенов и стратификация вод. Эти данные доказывают олиготрофный характер вод озера Иссык-Куля и подтверждаются тем, что оптимальные условия для роста и развития фитопланктона были на глубине 25-55 м. Клетки фитопланктона в поверхностных слоях имеют высокую чувствительность к появлению биогенов.

Высокое количество и активность реакционных центров фотосинтеза была найдена в районах, где происходит принос с речной водой терригенных частиц. Таким образом, фитопланктон может служить индикатором чистоты воды в озере Иссык-Куля, которое имеет важное значение для индустрии туризма и рекреация. Оценка биологической продуктивности экологических систем имеет большое значение для изучения состояния природной среды и возможностей рационального природопользования. Для водных экосистем биологическая продуктивность может быть оценена на основе продуктивности фитопланктона [1]. Продуктивность фитопланктона в значительной мере определяется процессом потребления минеральных веществ при строительстве растительного организма в ходе фотосинтеза [1]. При изучении состояния и функционирования фитопланктона важную роль в настоящее время играют данные дистанционных методов зондирования поверхности морей и океанов. В частности, искусственные спутники Земли позволяют получить данные о содержании минеральных веществ и хлорофилла в поверхностном слое. Данные о хлорофилле (в первую очередь, хлорофилле "а") дают возможность оценить содержание фитопланктона и дать грубую оценку первичной продукции [1]. Данные о минеральных веществах (на основе азота, фосфора, кремния и других химических элементов), составляющих материальную основу для построения растительных организмов в процессе фотосинтеза, дают возможность оценить характеристики продукционных процессов фитопланктона. На этом этапе полезны математические модели динамики численностей (биомасс) основных видов фитопланктонного сообщества [1]. Модели основаны на системах дифференциальных уравнений. Исследованы качественные свойства решений на структурном уровне. Модели описывают динамику преобразования веществ при фотосинтезе и построении растительного организма. Рассматриваются модели замкнутых и открытых по веществу систем. Для краткости сами модели будем называть замкнутыми или открытыми соответственно.

При описании микробиологических культур применяются открытые модели, берущие начало из описания хемостата [1]. Это модели проточных культур, когда в систему с некоторой скоростью попадают питательные вещества и содержимое выбывает из системы, чаще всего, с той же скоростью. Такие же модели применяются для описания функционирования фитопланктона в предположении, что в изучаемой среде выполняются условия протока. В иных природных ситуациях могут быть пригодны другие модели, в том числе частично или полностью замкнутые по веществу. В работе сравниваются открытые и замкнутые модели.

В моделях выделены биологические виды фитопланктона и группы минеральных питательных веществ. Фитопланктон представлен  $m$  видами, их содержание в среде обозначено  $Y_i$  для вида  $i$ . Минеральное питание растительных организмов разбивается на  $n$  групп сходных веществ (на основе азота, фосфора, кремния и т.п.). В рассматриваемых моделях питательные вещества предполагаются не взаимозаменяемыми. Содержание

веществ группы  $j$  в среде обозначается  $z_j$ . Рост биомассы клеток вида  $i$  происходит с удельной скоростью  $\mu_i(z)$  в зависимости от содержания  $z$  биогенов во внешней среде. Под  $y$  понимается вектор с компонентами  $y_i$ , а под  $z$ - вектор с компонентами. Одна из моделей сообщества в хемостате [1].

Через  $l$  обозначена скорость протока вещества в системе, через  $z_0$  - содержание минеральных питательных веществ во входящем потоке, через  $v_{ij}(z_j)$  - удельные скорости поглощения вещества группы  $j$  организмами вида  $i$ . Сравним свойства решений этой модели с замкнутой моделью. Эта модель описывает динамику биомасс основных групп фитопланктона, минеральных веществ и отмершей органики. Сначала рассмотрим модель без различия минеральных веществ по группам, эти вещества и отмершая органика представлены одной группой каждая. Блок отмершей органики с массой  $s$  введен для описания замкнутого цикла преобразования веществ. Функция  $r(s)$  описывает скорость преобразования органики в минеральные соединения при бактериальном разложении. Удельные скорости элиминации микроорганизмов задаются функциями  $e_i y_i$  их содержания в среде. Элиминация включает в себя процессы естественной смертности, внутривидовой конкуренции и изъятия особей из системы по иным причинам. Но вместе с тем принято предположение, что отмершая органика остается внутри системы (замкнутость по веществу). Остальные обозначения соответствуют предыдущей модели, опущены индексы там, где они не нужны. Тогда замкнутая модель приобретает вид системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = (\mu_i(z)y_i - e_i(y_i)y_i \\ \frac{dz}{dt} = r(s) - \sum_{i=1}^m \mu_i(z)y_i \quad i = 1, \dots, m. \\ \frac{ds}{dt} = \sum_{i=1}^m e_i(y_i)y_i - r(s) \end{cases} \quad (1)$$

В сравнении с этими двумя моделями опишем модели, учитывающие состояние организмов с точки зрения возможностей их жизнедеятельности.

Для живого организма та или иная стратегия деятельности определяется не только окружающей средой, но и его состоянием. Внутреннее состояние организма можно характеризовать по-разному. В нашем случае как индикатор предлагается использовать внутриклеточное содержание питательных веществ на основе минеральных соединений во внешней среде.

Следующие две модели учитывают внутриклеточное содержание веществ, от которого зависит поведение растительных организмов. Такое представление ведется от моделирования физико-химических процессов в клетке [1]. Содержание питательных веществ группы  $j$  в клетке вида  $i$  обозначим  $q_{ij}$ . Эту величину называют клеточной квотой. Содержание минеральных веществ в среде обозначается  $z_j$ , а органических соединений той же группы -  $s_j$ . Скорость роста отдельного вида определяется на основе [1]: она ограничена скоростью роста наименее производительного минерального вещества. Это правило записано ниже формулой (4). Потребление питательных веществ микроорганизмами осуществляется с удельной скоростью  $v_{ij}(z_j \cdot q_{ij})$ , а рост растительной биомассы происходит с удельной скоростью  $\mu_{ij}(q_{ij})$  в зависимости от вектора  $z = (z_j)_{j=1}^n$  содержания минеральных веществ во внешней среде и матрицы  $q = (q_{ij})_{i,j=1}^{m,n}$  содержания питательных веществ в клетках растений.

Открытая модель динамики масс системы имеет вид [1]:

$$\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = (\mu_i(q_i) - D)y_i \\ \frac{dz_j}{dt} = D(z_{j0} - z_j) - \sum_{i=1}^m v_{ij}(z_j, q_{ij})y_i \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n. \\ \frac{dq_{ij}}{dt} = v_{ij}(z_j, q_{ij}) - \mu_i(q_i) \cdot q_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

Под  $q_i$  понимается вектор  $q_i = (q_{ij})_{j=1}^n$ , функция  $\mu_i(q_i)$  вычисляется по формуле (5). Модель (3) с указанной конкретизацией используется для анализа структуры фитопланктонных сообществ [1]. Замкнутая модель при учете внутреннего состояния растительных организмов приобретает вид:

$$\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = \mu_i(q_i)y_i - c_i(y_i)y_i \\ \frac{dz_j}{dt} = r_j(s_j) - \sum_{i=1}^m v_{ij}(z_j, q_{ij})y_i \\ \frac{ds_j}{dt} = \sum_{i=1}^m c_i(y_i)q_{ij}y_i - r_j(s_j) \\ \frac{dq_{ij}}{dt} = v_{ij}(z_j, q_{ij}) - \mu_i(q_i) \cdot q_{ij} \end{cases} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Конкретизация функций модели может быть осуществлена на основе формулы для удельной скорости роста фитоорганизмов  $\mu_{ij}(q) = \mu_{ij}^{(0)} \left(1 - \frac{q_{ij}}{q_{ij}^*}\right)$ . Через  $q_{ij}^*$  и  $q_{ij}$  обозначены нижние и верхние границы для внутриклеточных концентраций питательных веществ. Удельные скорости минерального питания в зависимости от содержания веществ во внешней среде определяются формулами  $v_{ij}(z_j, q_{ij}) = \bar{v}_{ij}(q_{ij}) \frac{z_j}{k_{ij} + z_j}$  где функция имеет [1]

$$\text{вид: } \bar{v}_{ij}(q_{ij}) = \bar{v}_{ij}^{(0)} \frac{q_{ij} - q_{ij}^*}{q_{ij} - q_{ij}^*}$$

Функция  $\mu_i(q_i)$  определяется по принципу «узкого места» Либиха формулой:

$$\mu_i(q_i) = \min_{j=1, \dots, n} \mu_{ij}(q_{ij}) \quad \mu_i(q_i) = \min_{j=1, \dots, n} \mu_{ij}(q_{ij}) \quad (4)$$

Как видно из приведенных формул, открытые модели согласуются с замкнутыми общими зависимостями, что позволяет провести сравнение свойств решений в этих моделях.

В рамках многомодельного подхода к изучению природных биосистем [1] предложены четыре варианта описания динамики биомасс фитопланктонного сообщества в водной экосистеме: рассмотрены замкнутые и открытые модели, модели с учетом внутреннего состояния организмов и без такового. Свойства решений в этих классах моделей существенно различаются.

Применение математических моделей позволяет наиболее полно использовать доступную информацию о фитопланктоне. В данной работе рассматривается задача расчёт распределения хлорофилла в толще воды по результатам оптических измерений.

Здесь и далее под хлорофиллом понимается хлорофилл «а», который наиболее подробно отслеживают с околоземных космических аппаратов. Распределение хлорофилла мы восстанавливаем с помощью математической модели функционирования фитопланктона в вертикальном столбе воды водоема. Хлорофилл содержится в фитопланктоне, обеспечивает процессы фотосинтеза и продуцирование биомассы.

Полученные оценки содержания хлорофилла в водоеме можно использовать для оценки первичной продукции водной экосистемы, которая определяет биопродуктивность всей экосистемы, а также для решения других задач [3].

Схема оценки содержания хлорофилла основана на модельном описании жизнедеятельности фитопланктона [1,2]. Мы рассматриваем жизнедеятельность

фитопланктона в вертикальном одномерном столбе воды без ее направленного движения. В реальности этот столб воды в водоеме перемещается, искажается и перемешивается с другими. Все эти процессы мы оставили в стороне для анализа влияния экологических условий среды на жизнедеятельность фитопланктона. Модель определяет то содержание хлорофилла в толще воды, которое обеспечивает наблюдаемые концентрации его на поверхности. Оставив в стороне адвекцию и конвекцию, считаем, что основную роль при перемещении веществ в воде играет диффузия, в первую очередь, микротурбулентная. Фитопланктон и минеральные вещества перемещаются в модели вследствие молекулярной и микротурбулентной диффузии. Турбулентная диффузия играет основную роль, коэффициенты микротурбулентной диффузии на несколько порядков больше, чем молекулярной [2,3].

От пространственного распределения фитопланктона существенно зависит первичная продукция и биопродуктивность озера. В свою очередь, продуктивность фитопланктона в значительной мере определяется процессом потребления минеральных веществ при строительстве растительного организма в ходе фотосинтеза [4,5]. Фотосинтез зависит от освещенности, точнее, фотосинтетически активной радиации (ФАР). Часто утверждается, что солнечного света для фотосинтеза всегда достаточно, но его ослабление в воде может быть разным, а это во многом определяет распределение фитопланктона в воде по глубине.

Регулирующую роль для жизненных процессов играет температура воды [2]. Поэтому из факторов окружающей среды мы учитываем минеральное питание, освещенность и температуру.

Модель описывает динамику объемной концентрации хлорофилла на основе динамики биомассы фитопланктона в зависимости от условий внешней среды и особенностей пространственного распределения в столбе воды по глубине. Все процессы рассматриваются во времени  $t$ .

Фитопланктон обитает в вертикальном столбе воды, глубина обозначена  $x \in [0, x]$ , где  $x$  - глубина фотического слоя, примерно до 100м глубины.

Свойства модели (1)-(3) о функционировании фитопланктона в вертикальном столбе воды исследованы в работе [5].

Концентрация хлорофилла в целом снижается в направлении от побережья (рис. 2). Это происходит синхронно с изменением температуры поверхности (рис. 3). Эти данные использовались для анализа динамики содержания хлорофилла. Используемые численные значения большинства параметров модели (1)-(3) из литературных источников. Настройка модели [5] производилась на основе экспериментальных данных [2-4].

Для работы с моделью изначально проводились тесты математического метода, а именно двухстадийного метода Рунге-Кутты. Тестировалось решение уравнения Колмогорова-Петровского-Пискунова которое похоже на уравнение рассматриваемой модели. Был сделан вывод, что в данном случае двухстадийный метод Рунге-Кутты дает лучшую аппроксимацию в сравнении с явной схемой. Этот метод был использован в алгоритме решения системы уравнений рассматриваемой модели. Для получения предварительных численных расчетов был написан компьютерный код. Предварительные результаты численных расчетов (Рис.7-12):

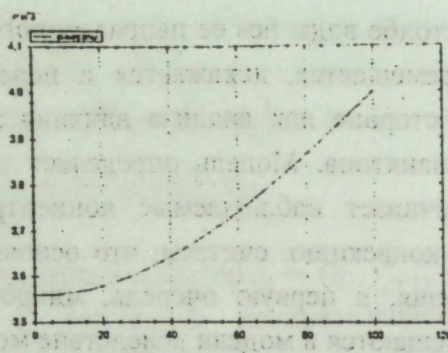


Рис.7.

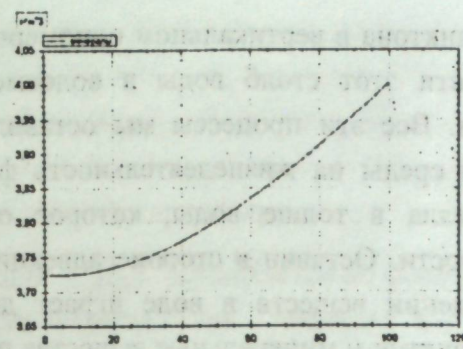


Рис.8

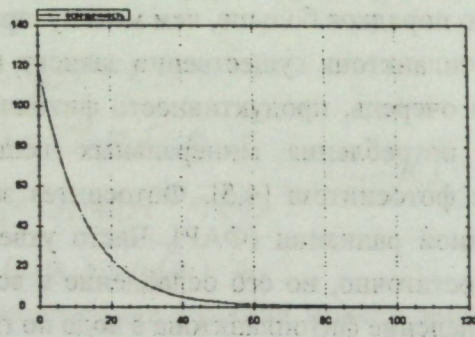


Рис.9.

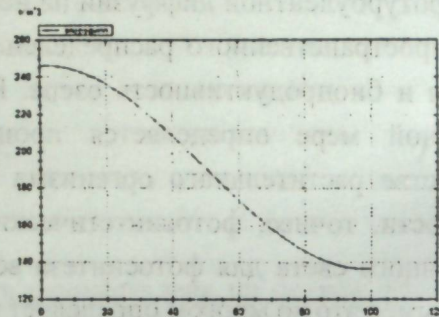


Рис.10

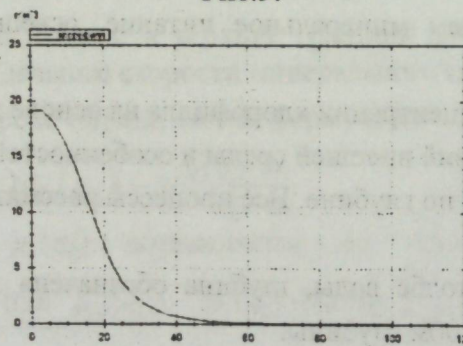


Рис.11

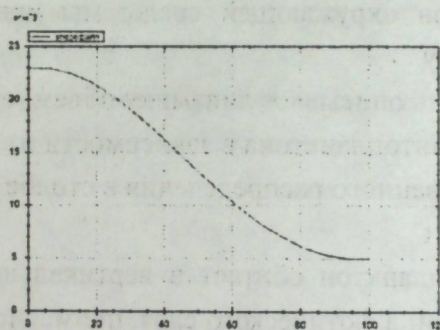


Рис.12

Температура воды несколько выше в прибрежных районах. Освещенность достаточно монотонно возрастает. Поверхностная же концентрация хлорофилла в указанных точках изменяется рис.

Летом наблюдается спад содержания хлорофилла. Повышение температуры воды и накопленное за зиму питание обеспечивают весенний «всплеск» фитопланктона (хлорофилла). Летний спад объясняется дефицитом минерального питания и «приглубленностью» фитопланктона. После этого спада наблюдается осенний подъем содержания фитопланктона (хлорофилла). Зимой фитопланктона меньше, но он прижат к поверхности. Это в основном согласуется с качественными описаниями в литературе [3], модельные расчеты поясняют возможные механизмы явлений и дают количественные оценки.

Построенная модель (1)-(3) пригодна для оценок содержания хлорофилла в водной среде где известны данные фитопланктона в поверхностном слое. Такие расчеты позволяют уточнять оценки биопродуктивности водных экосистем.

Модель содержит ряд экосистемных параметров, зависящих от многих факторов внешней среды. Коэффициенты ослабления света, диффузии, параметры зависимостей роста фитопланктона от минерального питания и ряд других параметров зависят от региональных особенностей, сезона и ряда других характеристик среды обитания [2,4].

Картина распределения хлорофилла в озере Иссык-Куль обладает определенными особенностями, в той или иной мере проявляющимися в других природных ситуациях [3]. Одна из особенностей характеризуется одним (весенним) или двумя (весенним и осенним) максимумами содержания хлорофилла в столбе воды.

Носителем хлорофилла является фитопланктон. Полученные данные модельных расчетов позволяют судить о продуктивности водной экосистемы.

#### Литература:

1. А.И.Абакумов,, А.А.Адамов, А.А.Исмлинова Вестник КазНУ, сер. мат., мех., 2013, №2(77).
2. Тыныбеков А.К., Маторин В.М. Биомониторинг природного фитопланктона озера Иссык-Куль с использованием погружного флуориметра. Международная конференция «Человеческое здоровье и стратегия окружающей среды», Программа «Новое тысячелетие», INTAS, Advanced Monitoring Conference Grants, Бишкек, 14-16 мая 2001, стр. 57-63.
3. Тыныбеков А.К., Маторин В.М. Исследование природного фитопланктона на озере Иссык-Куль с использованием погружного флуориметра. Вестник Московского Государственного Университета, издание №16, биология, №1, 2002, стр.22-23.
4. Tynybekov A.K. "Condition of a phytoplankton in Issyk Kul Lake" KRSU, Bishkek, 2009, 229p.
5. Тыныбеков А.К., Кыдыралиев И.М. Математическая модель состояния фитопланктона озера Иссык-Куль. Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами на современном этапе, Труды IV Межд. научно-практ. конф., Бишкек, 4- июня 2018 г., с.180-194.

УДК 574.5(282.65)

#### ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Тыныбеков А.К., Жунушов А.Т., Шибков Е., Семетей у. Э., Азаматов Н.А.

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований, изменяющихся параметров озера Иссык-Куль. Построены графики минерализации, ионного и химического состояния воды открытой части озера (Грант ИНТАС 1997-1998г.г.). Спутниковые снимки обработаны при помощи ГИС технологий.

**Ключевые слова.** Озеро Иссык-Куль, фитопланктон, биогенные вещества, ГИС-технологии, хлорофилл, абсорбция света.

#### ЫССЫК-КӨЛДҮН БУЛГАНУУСУНУН ДИНАМИКАЛЫК МҮНӨЗДӨӨЧҮ ЧӨНДУКТАРЫ

Тыныбеков А.К., Жунушов А.Т., Шибков Е., Семетей у. Э., Азаматов Н.А.

**Аннотация.** Бул жумушта Ысык-Көлдүн мүнөздөөчү чондуктарын өзгөртүүдө эксперименталдык изилдөөлөрдүн жыйынтыктары көрсөтүлгөн. Көлдүн ачык бөлүгүндө суунун минералдашуусу, иондук жана химиялык абалынын графиги тургузулган (Грант

ИНТАС 1997-1998ж.ж.). Космостон алынган сүрөттөр ГИС технологиясынын жардамы менен иштелип чыккан.

**Ачкыч сөздөр.** Ысык-Көл, фитопланктон, биогендик заттар, ГИС-технологиялары, хлорофилл, жарыктын абсорбциясы.

#### DYNAMIC PARAMETERS OF THE POLLUTION OF ISSYK-KUL LAKE

Tynybekov A.K., Zhunushov A.T., Shibkov E., Семетей бар. Е., Azamatov N.A.

e-mail: [azamattynybekov@mail.ru](mailto:azamattynybekov@mail.ru)

**Abstract.** The results of experimental research of variable parameters of Issyk-Kul are presented in this paper. Mineralization graphs of ionic condition and chemical condition of water of open part of lake are made. Satellite pictures are processed by means of GIS-Technology

**Key word:** Issyk-kul lake, phytoplankton, biogenic substance, GIS-technologies, chlorophyll, light absorption.

Озеро Иссык-Куль одно из крупнейших горных озер мира. Расположено оно в Иссык-кульской котловине в Северном Тянь-Шане между  $76^{\circ}05'$  и  $79^{\circ}12'$  восточной долготы и  $41^{\circ}51'$  и  $42^{\circ}56'$  северной широты. Уровень озера лежит на высоте 1606,9 м над уровнем моря. Длина озера – 178 км, максимальная ширина 60,1 км, площадь 6236 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 668 м, средняя глубина – 278,4 м [1], объем воды – 1738 км<sup>3</sup>. Озеро вытянуто в широтном направлении и со всех сторон окружено высокими горными хребтами: с юга Терской Ала-Тоо (максимальная высота 5280 м, средняя – 4290 м), с севера – Кунгей Ала-Тоо (максимальная высота 4770 м, средняя – 4200 м).

Озеро незамерзающее, температура верхних слоев воды в январе –  $4-6^{\circ}$ , феврале –  $3-5^{\circ}$ , в марте –  $4-5^{\circ}$ , в апреле –  $7,5-8,5^{\circ}$ , в мае –  $9-11^{\circ}$ , в июне –  $14-17^{\circ}$ , в июле –  $18-22^{\circ}$  (до  $24^{\circ}$ ), в августе  $17-19^{\circ}$ , в сентябре –  $13-15^{\circ}$ , октябре –  $11-13^{\circ}$ , ноябре –  $7-9^{\circ}$ , декабре –  $6-8^{\circ}$  [2]. На глубине 25 метров в августе температура воды в центральной (наиболее глубокой части озера) около  $+8$ , ближе к побережью –  $12-14^{\circ}$ . На глубинах выше 500 метров температура воды круглый год держится в пределах  $3,6-4,2^{\circ}\text{C}$ .

Прозрачность в центральной части озера зимой в среднем 24-25 м, летом 14-16 м; в прибрежной зоне соответственно 11-18 м и 3-8 м. Максимальная прозрачность воды до 40-45 метров отмечается зимой в центре озера. В заливах и мелководьях она уменьшается за счет фито- и зоопланктона и минеральных частиц, особенно в устьях крупных рек до 0,5-1 метр.

Вода Иссык-Куля слабосоленая, общая минерализация воды около 5,97 мг/л, что в 5,5 раза меньше солености морской воды. В зоне впадения крупных рек минерализация воды снижается до 2-2,5 мг/л. Иссык-Куль имеет хлоридно-сульфатно-натриево-магниевый тип минерализации: содержание Cl 0,63-1,60 г/л, Ca – 0,08-0,12 г/л, N (+K) – 0,65-1,54 г/л, Mg – 0,11-0,29 г/л, SO<sub>4</sub> – 0,83-2,10 г/л [1-5]. Несмотря на большие глубины минерализация воды по вертикали и горизонтали весьма неоднородна, что объясняется водными течениями и хорошей перемешиваемостью водной массы. Вода Иссык-Куля обладает щелочной реакцией – pH – 8,0-8,6. Содержание кислорода в верхних слоях воды 6-6,5 мл/л, на глубине 50 метров – до 7 мл/л, в спокойных затоках и заливах содержание кислорода может достигать 10-14 мл/л. Биогенных элементов, необходимых для развития фитопланктона и водной растительности, в воде Иссык-Куля весьма мало. Больше их содержится в поверхностных водах заливов и затонов: фосфора до 2-5 мг/м<sup>3</sup>, нитратов 0,5-1,6 мг/м<sup>3</sup>, аммонийного азота – 4,8-7,8 мг/м<sup>3</sup>. Содержание микроэлементов в воде мг/л: Fe-11,00; Вг-

1,74; J-0,04; Mo-0,05; Ag-0,002; Cu-0,0023; Zn-0,0475; Ni-0,001 [1,2]. В связи с недостатком биогенных элементов фитопланктон озера Иссык-Куль развит значительно слабее, чем, к примеру, в таких крупных озерах как Ладожское, Онежское, Байкал и др.

По количеству видов и биомассе основная часть фитопланктона в озере Иссык-Куль сосредоточена в верхнем слое воды 0-50 метров, а наибольшая концентрация отмечается на глубине около 25 метров. До глубин 100-120 м численность и биомасса фитопланктона сильно уменьшается, а глубже идет резкое снижение его концентрации, хотя живой планктон регистрируется до максимальных глубин. На больших глубинах 300-600 м регистрируется в основном *Ylloecapsaminor* и *Lyngbyacontorta*. Наличие фитопланктона на больших глубинах связано вероятнее всего с активной циркуляцией водных масс Иссык-Куля. В сезонной динамике численности и биомассы фитопланктона просматриваются большие колебания, как по годам так по месяцам и сезонам, причем данные разных авторов значительно отличаются. Минимальное количество фитопланктона (20-136 кл/л в слое воды до 50 м) отмечается в январе-феврале, затем (в марте-апреле) заметно повышается (до 200-650 кл/л) и достигает максимума в мае-июне до 455-3150 кл/л (табл.1). В июле-августе, несмотря на благоприятный температурный режим численность фитопланктона заметно снижается, что связано, видимо, с выеданием его активно развивающимся зоопланктоном и зообентосом. В сентябре-октябре численность фитопланктона заметно снижается (примерно в 2 раза), однако держится еще на этом уровне вплоть до декабря.

Несмотря на сравнительно высокую численность фитопланктона, биомасса его относительно невелика, что объясняется мелкими размерами водорослей. Наибольшая биомасса фитопланктона в слое воды до 50 м отмечается в январе-феврале ( $16-33 \text{ мг/м}^3$ ) и наибольшая в мае-июне ( $273-284 \text{ мг/м}^3$ ), затем идет ее снижение (табл.1) [6].

Соотношение размера и численности фитопланктона то же, что и у млекопитающих. При изучении проб морского фитопланктона выяснилось, что чем больше размер клеток того или иного вида водорослей, тем ниже их численность. Удивительно, но это снижение численности происходит пропорционально массе клетки в степени  $-0,75$  — точно такое же количественное соотношение этих величин ранее было описано для наземных млекопитающих. А значит, «правило энергетической эквивалентности» действует и для фитопланктона [7].

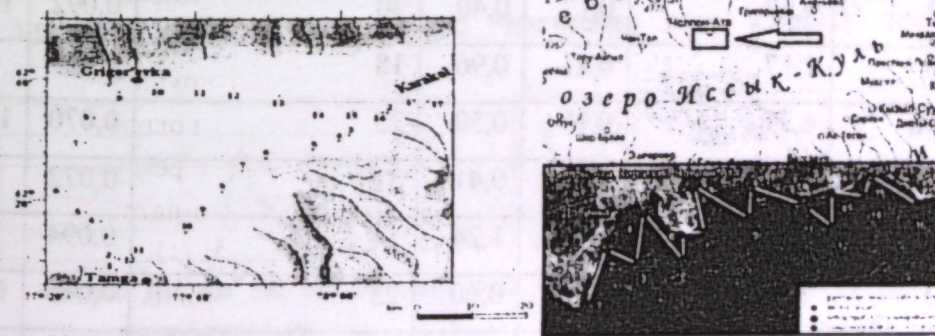


Рис.1. Расположение мест проведения измерений в юго-восточной части озера Иссык-Куль.

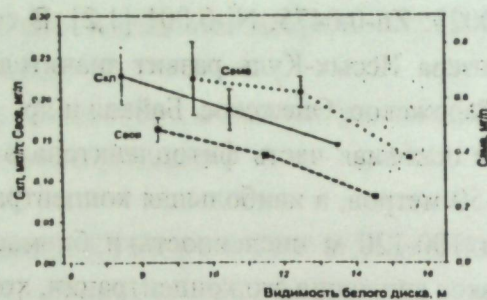


Рис.2.Связь между относительной прозрачностью воды и концентрациями взвешенных веществ и хлорофилла.

Табл.1. Концентрации взвешенных веществ (органического -  $C_{\text{ов}}$  и минерального -  $C_{\text{вмв}}$ , в мг/л) и хлорофилла ( $C_{\text{хл}}$ , в мкг/л), относительное содержание взвешенного органического вещества ( $C_{\text{ов}}/C_{\text{ов+вмв}}$ , в %-ах) и относительной прозрачности  $H$  (максимальной глубины видимости белого диска, в м).

дата	станция	СВОВ+ВМВ	Сов	Свмв	Сов/СВОВ+ВМВ	Схл	диск
23.06.	1	0,54	0,17	0,37	31	0,094	
	2	0,47	0,16	0,31	35	0,014	17,0
	3	0,58	0,18	0,40	31	0,046	10,5
	4	0,76	0,19	0,58	24	0,069	6,0
	5	0,52	0,17	0,35	33	0,035	11,0
	6	0,38	0,17	0,21	44	0,063	
24.06.	7	0,56	0,17	0,39	31	0,012	
	8	1,02	0,19	0,83	19	0,035	
	9	0,71	0,19	0,52	26	0,075	
	10	0,94	0,18	0,76	19	0,046	17,0
	11	1,14	0,19	0,94	17	0,069	19,0
	12	0,57	0,17	0,40	30	0,092	16,0
25.06.	13	1,17	0,21	0,96	18	0,081	
	13a	0,77	0,19	0,58	25	0,070	10,0
	13b	0,60	0,19	0,41	31	0,072	
26.06.	14	1,44	0,21	1,24	14	0,094	
	15	0,78	0,18	0,60	23	0,046	12,0
	16	0,62	0,18	0,44	29	0,075	13,0
	17	0,51	0,17	0,34	33	0,048	
	18	0,53	0,17	0,35	33	0,088	
	19	0,73	0,18	0,55	24	0,069	

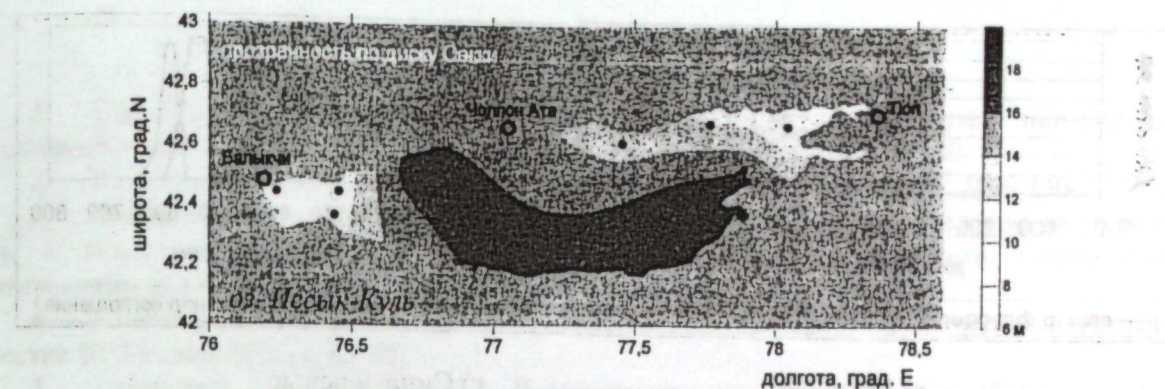


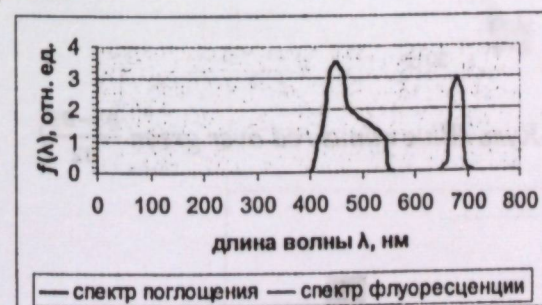
Рис.4. Распределение относительной прозрачности (максимальной глубины видимости диска Секки) –  $H$  (в м).

Изображенное на рис.4.свидетельствует о том, что наиболее прозрачные воды озера (видимость диска - до 19 м) находятся в южной его части, а зона с наименьшей прозрачностью расположена в западной прибрежной акватории, где видимость диска снижается до 6 м. В восточной части озера прозрачность имеет промежуточные значения.

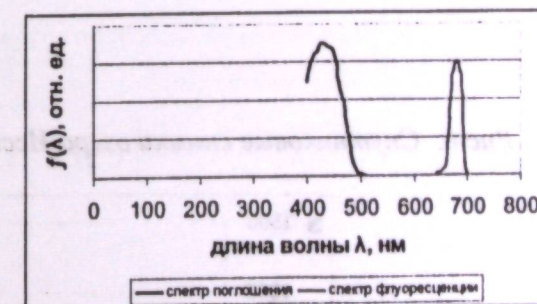
Солнечный свет в озере важен по многим причинам: он нагревает озерную воду через верхние слои, снабжает фитопланктон необходимой энергией, используется животными живущими у поверхности : и отражённый подповерхностный свет используется для картирования концентрации хлорофилла из космоса.

Уровень, на котором солнечный свет слабеет, разграничивает глубину, на которой он поглощается и глубину нагреваемую солнцем. Ослабление происходит благодаря абсорбции пигментами и рассеивании молекулами и частицами. Ослабление зависит от длины волны.

Хлорофилл в фитопланктоне поглощает свет, а сами растения рассеивают свет. И для наблюдателя вместе эти процессы изменяют цвет воды. Очень продуктивные воды, с большой концентрацией фитопланктона, имеют голубовато-зелёный или зелёный цвет. В безоблачную погоду цвет воды в озере можно наблюдать из космоса. Это позволяет сканерам цвета океана, таким как Sea Wi FS, картировать распределение фитопланктона на больших пространствах. При увеличении концентрации фитопланктона, глубина на которой солнечный свет полностью поглощается уменьшается. Глубина до которой солнечный свет нагревает воду зависит от продуктивности вод. Это усложняет расчёт солнечного прогрева перемешанного слоя. Чем ближе вода к берегу тем она менее прозрачна.

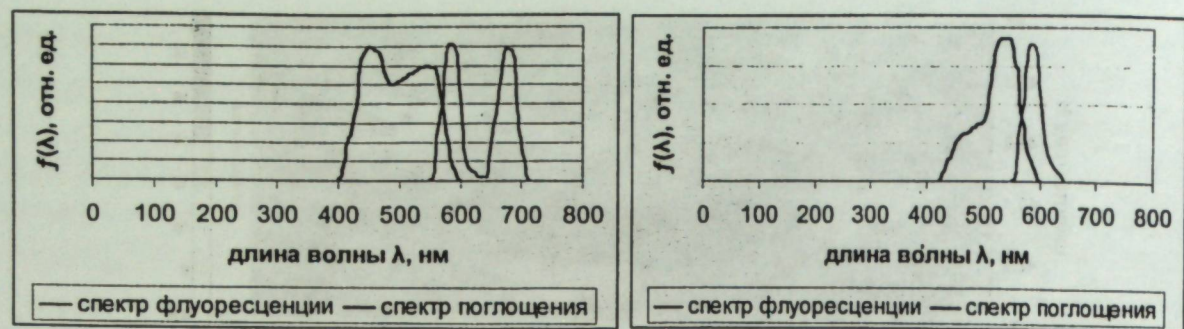


а) Зеленые



б) Диатомовые





в) Красные

г) Сине-зеленые

Рис.5. Особенности пигментного аппарата и динамика фитопланктона

Большинство наблюдаемого спутником восходящего излучения приходит из атмосферы. Только около 10% приходит от поверхности воды. И молекулы воздуха и аэрозоли рассеивают свет; и для устранения влияния атмосферы была разработана очень точная техника. Концентрация хлорофила в столбе воды рассчитывается исходя из соотношения LW в двух частотных каналах. Используя данные с CoastalZoneColorScanner:

$$C_{13} = 1.1298 \left[ \frac{LW(443)}{LW(550)} \right]^{1.71} \quad C_{23} = 3.3266 \left[ \frac{LW(520)}{LW(550)} \right]^{2.40}$$

где C – концентрация хлорофила в поверхностных слоях в мг пигмента/м<sup>3</sup>, а LW(443), LW(520), и LW(550) излучение на длинах волн 443, 520, и 550 нм. C13 используется когда C13 1.5 мг/м<sup>3</sup>; в других случаях используют C23. Такой способ позволяет рассчитывать концентрацию хлорофила с точностью 50% в широком диапазоне от 0,01 до 10 мг/м<sup>3</sup>.

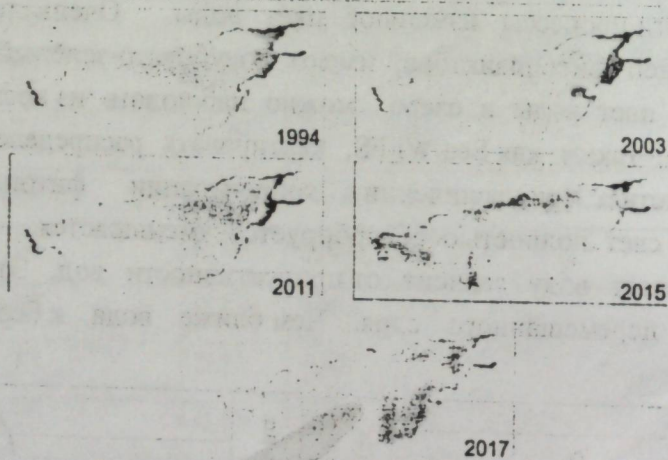


Рис.6. Спутниковые снимки озера Иссык-Куль (Blue minus red over green  $\frac{B1-B3}{B2}$ )

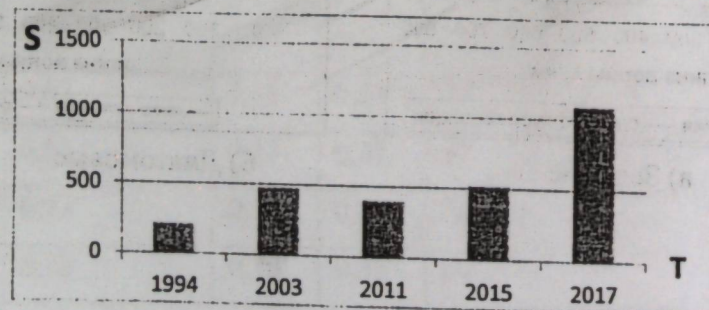


Рис.7. Распределение площади биогенной массы на поверхности озера.

### Литература:

1. Тыныбеков А.К. Использование погружного зонда - флуориметра при определении фитопланктона озера Иссык-Куль, Вестник КРСУ – Том 7, №6, 2007, с. 127-132.
2. Тыныбеков А.К. Состояние фитопланктона озера Иссык-Куль, КРСУ, 2009, 230с.
3. Тыныбеков А.К., Маторин В.М. Исследование природного фитопланктона на озере Иссык-Куль с использованием погружного флуориметра. Вестник Московского Государственного Университета, изд. №16, биология, №1, 2002, с.22-23.
4. Тыныбеков А.К., Экспериментальное измерение фитопланктона оз. Иссык-Куль. Известия КГТУ, №9, 2006, с. 89-93.
5. Тыныбеков А.К., Алишеров А. Дистанционное исследование озера Иссык-Куль. Вестник КГУСТА им.Н.Исанова №4(54), 2016, с.167-183.
6. Тыныбеков А.К., Сезонная динамика численности и биомассы в пелагиали озера Иссык-Куль. Известия ВУЗов. №3-4, 2007, с. 72-79.
7. Тыныбеков А.К., Азаматов Н.А., Кыдыралиев И.М. Определение биомассы озера Иссык-Куль. Известия НАН КР. 2018, №5, с. 271-278

## Содержание

<b>Ассакунова Б.Т., Барпиев Б.Б., Аманжан к Ж., Торокулова А.А.</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА .....	4
<b>Бегалиев У.Т., Петрина И., Бинди Д., Петрович Б., Орунбаев С., Шералиев Т., Мостбюк А.</b> ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	11
<b>Курманалиева Айзат Курушбековна</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ .....	23
<b>Курманалиева Айзат Курушбековна</b> ВИДЫ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	29
<b>Курманалиева Айзат Курушбековна</b> ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ КОЖЕВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	34
<b>Омурбеков И.К., Сулейманова А., Шакирова С.</b> РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ .....	39
<b>Омурбеков И.К., Шакирова С.</b> ГЛИНОГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ГИПСА ДЖЕРГАЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	43
<b>Тыныбеков А.К., Кыдыралиев И.М.</b> ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ИССЫК КУЛЬ .....	47
<b>Тыныбеков А.К., Жунушов А.Т., Шибков Е., Семетей у. Э., Азаматов Н.А.</b> ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ .....	57

Содержание

1. Введение

2. Основные понятия

3. Методы исследования

4. Результаты

5. Заключение

6. Литература

7. Приложение

8. Справочные материалы

9. Библиографический список

10. Приложение

11. Справочные материалы

12. Библиографический список

13. Приложение

14. Справочные материалы

15. Библиографический список

16. Приложение

17. Справочные материалы

18. Библиографический список

19. Приложение

20. Справочные материалы

21. Библиографический список

22. Приложение

23. Справочные материалы

24. Библиографический список

25. Приложение

26. Справочные материалы

27. Библиографический список

28. Приложение

29. Справочные материалы

30. Библиографический список

31. Приложение

32. Справочные материалы

33. Библиографический список

34. Приложение

35. Справочные материалы

36. Библиографический список

37. Приложение

38. Справочные материалы

39. Библиографический список

40. Приложение

41. Справочные материалы

42. Библиографический список

43. Приложение

44. Справочные материалы

45. Библиографический список

46. Приложение

47. Справочные материалы

48. Библиографический список

49. Приложение

50. Справочные материалы

51. Библиографический список

52. Приложение

53. Справочные материалы

54. Библиографический список

55. Приложение

56. Справочные материалы

57. Библиографический список

58. Приложение

59. Справочные материалы

60. Библиографический список

61. Приложение

62. Справочные материалы

63. Библиографический список

64. Приложение

65. Справочные материалы

66. Библиографический список

67. Приложение

68. Справочные материалы

69. Библиографический список

70. Приложение

71. Справочные материалы

72. Библиографический список

73. Приложение

74. Справочные материалы

75. Библиографический список

76. Приложение

77. Справочные материалы

78. Библиографический список

79. Приложение

80. Справочные материалы

81. Библиографический список

82. Приложение

83. Справочные материалы

84. Библиографический список

85. Приложение

86. Справочные материалы

87. Библиографический список

88. Приложение

89. Справочные материалы

90. Библиографический список

91. Приложение

92. Справочные материалы

93. Библиографический список

94. Приложение

95. Справочные материалы

96. Библиографический список

97. Приложение

98. Справочные материалы

99. Библиографический список

100. Приложение

Формат 60x84/8. Печать офсетная.  
Объем 8,0 п.л. Тираж 100 экз.



Типография «Махprint»  
Адрес: 720045, г. Бишкек, ул. Ялтинская 114  
Тел.: (+996 312) 36-92-50  
e-mail: maxprint@mail.ru

**Направления и профили МУИТ:**

Лицензия МОН КР ЖБ № 60

- IT технологии, опто-информатика;
- Информационные системы и технологии;
- Прикладная информатика (по отраслям);
- Дизайн архитектурной среды;
- Строительство; проектирование зданий;
- Электроэнергетика и электроснабжение;
- Эксплуатация транспорта, автосервис;
- Технология изделий легкой промышленности;
- Менеджмент;
- Экономика, бухгалтер, финансы и кредит;
- Лингвистика (англ. и кит. языки);
- Психология и педагогика.

**Специальности КОМТЕХНО:**

Лицензия МОН КР АЛ № 437

- Автоматизированные системы обработки информации и управления (по отраслям);
- Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем;
- Техобслуживание средств вычислительной техники и компьютерных сетей;
- Прикладная информатика (по отраслям);
- Дизайн (по отраслям);
- Экономика и бухгалтер (по отраслям);
- Банковское дело;
- Менеджмент (по отраслям).

**Специальности КИТЭ:**

Лицензия LC № 14000015

- Электроснабжение;
- Техобслуживание и ремонт автотранспорта;
- Техобслуживание и ремонт радиотехники;
- Моделирование и конструирование швейных изделий;
- Строительство зданий и сооружений;
- Экспертиза качества товаров;
- Налоги и налогообложение;
- Реклама;
- Парикмахерское искусство;
- Гостиничный сервис;
- Земельно-имущественные отношения;
- Финансы (по отраслям);
- Организация обслуживания в общественном питании.

**Специальности БИКСТЕЛ:**

Лицензия: АЛ № 692 МОН КР Рег. № 1-942

- Сети, связи и системы коммутации;
- Средства связи с подвижными объектами;
- Многоканальные телекоммуникационные системы;
- Оптические и оптико-электронные приборы и системы.

**Directions and profiles of IntUIT:**

License JB № 60 of MES KR

- IT technologies, opto-informatics;
- Information systems and technologies;
- Applied informatics (on branches);
- Design of the architectural environment;
- Construction; design of buildings;
- Civil engineering;
- Power industry and power supply;
- Operation of transport, car service;
- Technology of products of light industry;
- Management;
- Economy, accounting, finance and credit;
- Linguistics (English and Chinese languages);
- Psychology and pedagogics.

**Specialties of College КОМТЕХНО:**

License AL № 437 of MES KR

- The automated systems of processing information and managements (on branches);
- Software of the computing equipment and the automated systems;
- Servicing of means of the computing equipment and computer networks;
- Applied informatics (on branches);
- Design (on branches);
- Economy and accounting (on branches);
- Banking;
- Management (on branches).

**Specialties of College КИТЭ:**

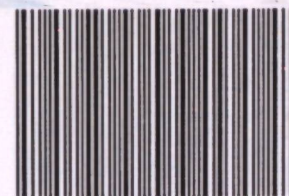
License LC № 14000015

- Power supply;
- Servicing and motor transport repair;
- Servicing and radio engineering repair;
- Modeling and designing garments;
- Construction of buildings and constructions;
- Examination of quality of goods;
- Taxes and taxation;
- Advertizing;
- Hairdresser's art;
- Hotel service;
- Land and property relations;
- Finance (on branches);
- Service organization in public catering.

**Specialties of College БИКСТЕЛ:**

License AL No 692

- Network connection and switching systems;
- Tools for communications with mobile objects;
- Multichannel telecommunication systems;
- Optical and optoelectronic devices and systems.

**Добро пожаловать в Университетский комплекс МУИТ!**[www.intuit.kg](http://www.intuit.kg)

1694-7193