

УДК 553.411:553.04

Спирин В.И., Будюков Ю.Е., Сычёва М.Н., Борисов Н.Е. (АО «Туйское научно-исследовательское геологическое предприятие»), Куторгин В.И. (ФГБУ «ЦНИГРИ»)

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Описаны конструктивные особенности модернизированной передвижной обогатительной установки, принцип действия которой — двухстадийная механическая дезинтеграция в водной среде в импеллере и барабанном дезинтеграторах, рассев на три фракции по крупности и обогащение двух первых (крупных) фракций на наклонных шлюзах, и третьей (мелкой) — в центробежных сепараторах (основном и контрольном) по разработанной технологической схеме. В последние годы установка ПОУ4–3М успешно применялась при геологоразведочных работах на благородные металлы. Эффективность и надежность использования этой обогатительной установки подтверждена при опробовании техногенного комплекса в 2017 г. на отработанном участке долинной россыпи р. Ургалан, когда наряду с основным металлом «шлиховой платины» извлекалось и попутное золото. **Ключевые слова:** обогатительная установка, модернизация, обогащение, дезинтеграция, обработка проб, техногенные россыпи, концентраты.*

Spirin V.I., Budyukov Yu.E., Sycheva M.N., Borisov N.E. (1 — Tula scientific and research geological enterprise), Kutorgin V.I. (TSNIGRI)

APPLICATION OF THE MODERNIZED MOBILE CONCENTRATOR FOR PRODUCTION OF CONCENTRATES AT DEVELOPMENT OF NATURAL AND TECHNOGENIC DEPOSITS

*The paper describes the design features of the modernized mobile concentrator, the principle of which is: two-stage mechanical disintegration in the aqueous medium in the impeller and drum disintegrators, sieving into three fractions by size and enrichment of the first two (large) fractions on inclined locks, and the third (small) in centrifugal separators (main and control) according to the developed technological scheme. In recent years, the installation of POU4–3M has been successfully used in exploration for precious metals. The efficiency and reliability of the use of this retrofit is confirmed by the testing of technogenic complex in 2017 waste land of valley placers of the river Wargelin, when along with the base metal «placer platinum» has been removed and the associated. **Key-words:** coal beneficiation plant, upgrading, enrichment, decomposition, processing of samples and placer concentrates.*

Технологические исследования природного и техногенного сырья с использованием обогатительных установок нашли широкое применение при геологоразведочных работах. АО «Туйское НИГП» в течение многих лет занимается научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по обогащению рудного и россыпного золота, а также алмазосодержащего сырья и разнообразных руд цветных металлов как в природных, так и техногенных месторождениях. При этом разрабатываются эффективные технологии обогащения продуктивных толщ с комплексным использованием сырья.

Так, создано более 30 установок промывочных приборов по обогащению россыпей золота и платиноидов (рутений, радий, палладий, осмий, иридий, платина), сконструированы передвижные среднеемкунные установки (объем единичной пробы 0,02–1,0 м³) по обогащению проб из труднопромывистых россыпей и галечно-эфельных отвалов в техногенных образованиях. Среди них необходимо отметить передвижную обогатительную установку ПОУ4–3М.

Установка обеспечивает механизацию подготовительных и обогатительных операций: двухстадийная дезинтеграция, рассев по трем классам, а также обогащение на двух центробежных сепараторах.

Установка универсальна, так как позволяет вести обработку проб алмазо-золотосодержащего сырья, а также техногенного материала, содержащего черные, цветные и благородные металлы, редкоземельные элементы.

В 2012 г. была произведена модернизация этой установки на основе применения патента на полезную модель [2], что позволило получить передвижную обогатительную установку (рис. 1) для обработки проб россыпей, включающую раму, состоящую из стержней, бункера, загрузочного приспособления, импеллерного дезинтегратора, барабанного грохота с наружным барабаном, внутренним барабаном со штырями в скрубберной части и с отверстиями в перфорированной части, основного и контрольного центробежных сепараторов, самородкоулавливающего и эфельного шлюзов.

При этом внутренний барабан грохота выполнен с отверстиями, диаметр которых определяется по зависимости:

$$d = \frac{K \cdot t}{5 \sqrt{\frac{\pi}{2F_0} - 1}},$$

где d — диаметр отверстия барабана, м; K — опытный коэффициент; t — расстояние между отверстиями, м; F_0 — площадь живого сечения в % от общей площади.

Высота што́ра в скрубберной части внутреннего барабана по величине больше диаметра што́ра, а площадь сечения стержня рамы устанавливается по зависимости:

$$S = \frac{P_{кр} \cdot \lambda^2}{\pi^2 E},$$

где S — площадь сечения стержня рамы, м²; $P_{кр}$ — критическая нагрузка на раму, Н; E — модуль упругости материала стержня, Па; λ — жесткость стержня рамы.

При этом площадь сечения стержней основания рамы больше площади сечения каждого из других стержней рамы, изготовленных из одинакового материала.

Принцип действия установки — двухстадийная механическая дезинтеграция в водной среде в импеллерном и барабанном дезинтеграторах, рассев на три фракции по крупности и обогащение двух первых (крупных) фракций на наклонных шлюзах, и третьей (мелкой) — в центробежных сепараторах (основном и контрольном). Обработку проб на установке необходимо производить в соответствии с технологической схемой (рис. 2).

Сравнительный анализ результатов обработки на ПОУ4–3М и полупромышленных испытаний крупнообъемных проб легко-, средне- и труднопромывистого материала с крупным, средним и мелким золотом показал хорошую сходимость — не менее 80 %.

В последние годы установка ПОУ4–3М успешно применялась [3] при геологоразведочных работах на благородные металлы (золото, серебро, платиноиды и алмазы) на предприятиях ОАО «Артель старателей «Амур», ООО «ЛЕНГЕО», ЗАО «Роснедра», ООО «Зимовичи» (Амурская область), АО «Дальневосточное ПГО». Особенно они эффективны в настоящее время при замене крупнообъемного опробования среднеобъемным, как более рациональным по стоимости и срокам разведочных работ.

Так, при разработке и оценке техногенного комплекса на россыпи платиноидов рек Кондер и Ургалан широко применялись установки ПОУ4–3М для промывки среднеобъемных проб [1]. В целях обоснования использования средне-

объемного точечного опробования при оценке техногенных образований силами сотрудников ЦНИГРИ и геологов АО «Артель старателей «Амур» в 2014–2016 гг. выполнена сравнительная оценка их достоверности [1]. За эталон были приняты результаты крупнообъемного опробования (единичные пробы более 1,0 м³) в сопряженных точках. Сравнивали концентрации и крупность шлиховой платины в галечно-эфельных отвалах по сближенным крупнообъемным (валовые из траншей и групповые), среднеобъемным пробам в секциях траншей и участках россыпи рек Кондер и Ургалан (табл. 1, 2).

В целом по всем участкам техногенного комплекса сравнительные коэффициенты (отношение среднеобъемного к крупнообъемному опробованию) колеблются от 0,83 до 1,4; в среднем по 21 траншее в техногенной россыпи коэффициенты составляют 1,01.

При сравнении результатов ситовых анализов шлиховой платины, отражающих характер распределения металла в целом по крупнообъемным и среднеобъемным пробам в классах крупности, отмечается довольно высокая сходимость результатов в классах –1,0 мм, объединяющих основное количество металла — 87,8 % по крупнообъемным пробам и 93,3 % — по среднеобъемным. При среднеобъемном опробовании количество зерен фракции +1,0–2,0 мм (6,7 %) в целом незначительно, и это объясняется случайным характером попа-

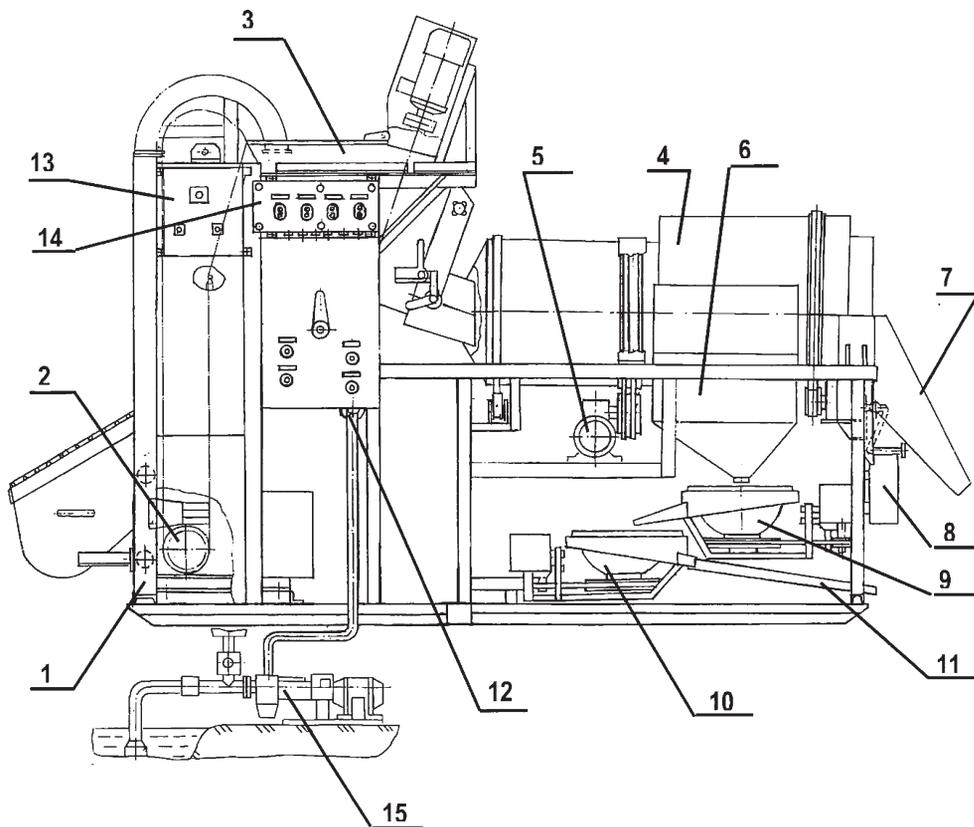


Рис. 1. Установка обогатительная передвижная ПОУ4–3М: 1 — рама; 2 — механизм подъема; 3 — импеллерный дезинтегратор; 4 — барабан-грохот; 5 — привод барабана-грохота; 6 — сборник; 7 — блок лотков (шлюз); 8 — шлюз эфельный; 9 — сепаратор центробежный (основной); 10 — сепаратор центробежный (контрольный); 11 — лоток; 12 — система водораспределения; 13 — станция магнитная; 14 — пульт управления; 15 — станция насосная (в основной комплект не входит)

дания металла таких фракций при относительно небольшом объеме единичных дискретных проб. В классе +2 мм и крупнее зерна в среднеобъемной пробе единичны, а чаще отсутствуют, хотя и в крупнообъемных

пробах их доля всего лишь 1,34 % (табл. 2). Можно также отметить, что по результатам гранулометрического анализа незначительное количество металла крупных классов (крупнее + 2 мм) и при среднеобъемном, и при крупнообъемном опробовании, практически не влияют на точность определения среднего содержания. Результаты ситового анализа в целом сравнимы по данным среднеобъемных проб за счет увеличения их количества, т.е. по совокупности проб, и сходимость между распределением металла по крупности и соответственно его средним содержанием становятся близкими к результатам крупнообъемного опробования.

Приведенные данные сравнительного анализа позволяют говорить о вполне сопоставимых (достоверных) результатах среднеобъемного опробования как надежной методики для оценки концентраций и запасов «шлиховой» платины и золота в техногенных образованиях отвалного комплекса, с весьма значительным сокращением объемов и сроков разведочных работ.

Эффективность и надежность использования обогатительной установки ПОУ4-3М подтверждена при

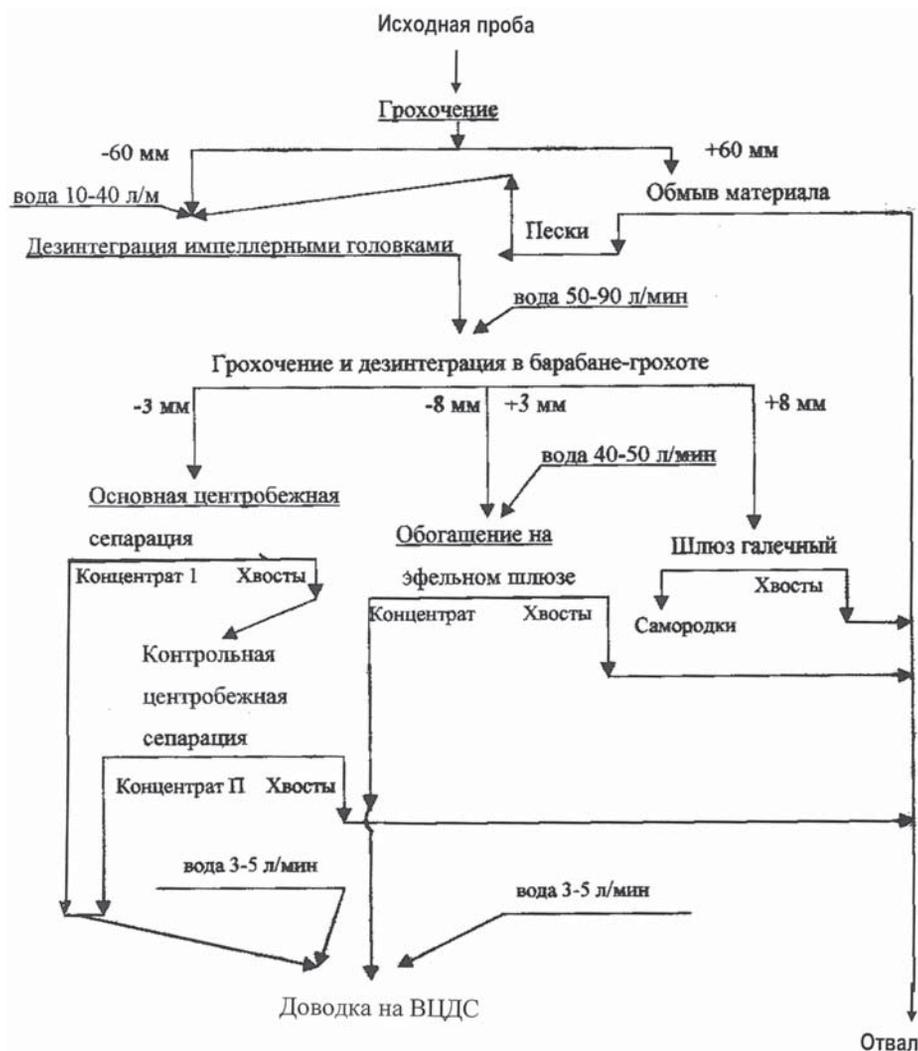


Рис. 2. Технологическая схема обработки проб на установке ПОУ4-3М

Таблица 1

Сравнительные результаты опробования галечно-эфельных отвалов техногенной россыпи по сближенным пробам в траншеях

Участок месторождения (в интервале разведочных линий)	Кол-во секций в траншеях	Крупнообъемное (валовое) опробование			Среднеобъемное опробование			Коэффициент (отношение) средне- объемного к крупнообъемному
		Кол-во секций	Объем, м ³	C _{ср.} , мг/м ³	Кол-во проб	Объем, м ³	C _{ср.} , мг/м ³	
Котловина массива Кондер (216-184)	8	33	9344	203	74	16,4	170	0,83
Долинная россыпь р. Кондер (157-33)	6	23	3483,9	146	106	21,1	165	1,13
Террасоувальная россыпь р. Кондер (112-70)	3	22	2829,4	133	89	17,8	186	1,40
Нижняя часть долинной россыпи р. Кондер (16)	2	2	29,306	56	40	7,00	46	0,83
Долинная россыпь р. Уоргалан (206-200)	2	3	22,486	203	120	21,65	226	1,11
Итого	21	83	15709,1	163	429	83,9	164	1,01

Примечание: итоговые средние содержания рассчитаны как взвешенные с учетом объемов опробования

Таблица 2

Сопоставление характера распределения шлиховой платины по классам крупности в техногенном комплексе в сближенных крупнообъемных и среднеобъемных пробах по сумме траншей

Вид опробования	Размер фракции, мм									Итого
	-0,1	+0,1-0,14	+0,14-0,2	+0,20-0,5	+0,50-0,7	+0,70-1,0	+1,0-2,0	+2,0-3,0	+3,0	
Крупнообъемное, мг	10270,2	54209,7	219213,1	793063,1	389950,4	264662,7	214179,4	24711,4	694,9	1970954,6
Доля, %	0,5	2,8	11,1	40,2	19,8	13,4	10,9	1,3	0,04	100,0
Среднеобъемное, мг	83,4	349,5	1241,2	4638,2	2522,6	1417,9	736,4	7,0	0,0	10996,1
Доля, %	0,8	3,2	11,3	42,2	22,9	12,9	6,7	0,1	0,00	100,0

Таблица 3

Обобщенная ситовая характеристика шлиховой платины и золота по 15 отвалам техногенного комплекса при опробовании на участке россыпи р. Ургалан (интервал р.л. 176-128)

По всем отвалам	Pt, мг								Pt общ., мг
	-2+1	-1+0,7	-0,7+0,5	-0,5+0,2	-0,2+0,14	-0,14+0,1	-0,1		
Сумма, мг	0,000	138,091	835,489	6684,777	822,575	146,733	40,921	8668,586	
Доля, %	0,00	1,59	9,64	77,11	9,49	1,69	0,47	100,00	
Накопление, %	88,35				11,65				
По всем отвалам	Au, мг								Au общ., мг
	-2+1	-1+0,7	-0,7+0,5	-0,5+0,2	-0,2+0,14	-0,14+0,1	-0,1		
Сумма, мг	17,655	27,801	17,635	27,541	5,990	2,649	2,060	101,331	
Доля, %	17,42	27,44	17,40	27,18	5,91	2,61	2,03	100,00	
Накопление, %	89,44				10,56				

Таблица 4

Результаты среднеобъемного опробования техногенного комплекса на участке 7 россыпи р. Ургалан (р.л. 176-128)

Тип техногенного комплекса	Кол-во проб	Общий объем проб в плотной массе, м ³	Доля металла	Вес металла, мг											
				Основной		Дополнительный от контрольного опробования								Всего	
						контроль фракция -8+3		контроль сепаратора		контроль стола RP-4		всего дополнительный			
				Pt _{общ}	Au _{общ}	Pt	Au	Pt	Au	Pt	Au	Pt	Au	Pt	Au
Всего, в т.ч.	220	44,519	мг	8618,635	104,247	23,038	0,161	22,296	0,285	52,687	0,819	102,534	1,265	8721,169	105,512
			%	98,8	98,8	0,3	0,2	0,3	0,3	0,6	0,8	1,2	1,2	100,0	100,0
Эфельный	100	20,73	мг	3892,40	47,20	15,04	0,13	5,90	0,13	17,16	0,44	39,24	0,69	3931,64	47,90
			%	99,0	98,6	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	0,9	1,0	1,4	100,0	100,0
Галечный	120	23,786	мг	4726,233	57,043	8,000	0,035	16,400	0,155	35,523	0,381	63,296	0,571	4789,529	57,614
			%	98,7	99,0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,7	0,7	1,3	1,0	100,0	100,0

Примечание: доводка основного концентрата от ПОУ4-3М проводилась на концентрационном столе RP-4, не входящего в комплект передвижной установки

опробовании техногенного комплекса в 2017 г. на отработанном участке долиной россыпи р. Ургалан, протяженностью около 5 км с объемами галечно-эфельных отвалов 1872,3 тыс. м³, в которых наряду с основным металлом «шлиховой» платины извлекается и попутное золото. Опробовано 15 отвалов на шести

разведочных профилях с расстояниями между ними 400–1200 м, в среднем — 800 м. Количество проб в профилях от 20 до 60, объем единичной пробы 0,2–0,3 м³, всего отобрано 220 проб общим объемом 44,519 м³. В дневную смену промывали 4–6 проб общим объемом 0,8–1,3 м³. Обобщенная ситовая харак-

теристика «шлиховой» платины и попутного золота представлена в табл. 3. Данные ситового анализа свидетельствуют о мелком и весьма мелком металле: «шлиховой» платины от 1 мм до 0,2 мм — 88,35 %, мельче 0,2 мм — 11,65 %; золота от 2 мм до 0,2 мм — 89,44 % и мельче 0,2 мм — 10,56 %.

Результаты среднеобъемного опробования оценивались контрольным опробованием по составным операциям и показаны в табл. 4, из которой видно, что контрольным опробованием «хвостов» промывки на ПОУ4–3М подтверждается очень высокая степень извлечения весьма мелких и мелких фракций Pt и Au — 98,8 %, в том числе из эфельных отвалов Pt — 99 %, Au — 98,5 %, из галечных отвалов соответственно 98,7 и 99,0 %. При этом отметим, что галечно-эфельные отложения в отвалах по данным технологических исследований определены как средне- и легкопромывистые. По результатам опробования техногенного комплекса на участке россыпи р. Ургалан подсчитаны запасы (в авторском варианте): балансовые Pt — 455 кг, при среднем содержании 291 мг/м³, Au 5,6 кг при среднем содержании 3,6 мг/м³; забалансовые Pt — 43,6 кг при среднем содержании 141 мг/м³, Au — 0,3 кг при среднем содержании 1 мг/м³.

Областью применения ПОУ4–3М является обогащение россыпных, коренных месторождений золота, алмазов, платиноидов, руд цветных металлов, в частности, оловянных, вольфрамовых, а также техногенного сырья с комплексным использованием ценных составляющих.

Эта обогатительная установка может быть применена совместно с вибрационно-центробежным сепаратором ВЦДС–М с использованием для доводки концентратов, полученных в результате обогащения руд в центробежных сепараторах. При высоких содержаниях металлов в руде ВЦДС–М используется для снижения выхода концентрата контрольной сепарации и тем самым для повышения качества конечного продукта. При этом концентрат основной центробежной сепарации может быть получен с высоким содержанием ценного компонента. При низком содержании металлов в руде основная центробежная сепарация не позволяет получить качественный концентрат. В этом случае ВЦДС–М используется для повышения содержания металла из объединенных концентратов основной и контрольной сепарации.

Таким образом, данная установка (ПОУ4–3М) остается весьма перспективной на ближайшие годы при поисково-разведочных, оценочных и добычных работах, а также при освоении техногенных месторождений. Серийное производство ПОУ4–3М организовано по заявкам заказчиков в АО «Тульское НИГП», которые поставляются (по желанию заказчика) в комплекте с насосной станцией и доводочным сепаратором ВЦДС–М.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курторгин, В.И. К методике разведки и оценки техногенного комплекса на россыпи платиноидов р. Кондер / В.И. Курторгин, А.С. Тарасов, С.А. Головкин // Золотодобыча. — 2016. — № 10. — С. 31–35.

2. Пат. № 122913 U1. Передвижная обогатительная установка / М.С. Мельников, В.И. Власюк, В.Г. Новиков, Н.Е. Борисов, Ю.Е. Будюков, В.И. Спиринов, В.В. Царев, В.П. Аникеев, 2012.

3. Спиринов, В.И. Модернизированная передвижная обогатительная установка для получения концентратов при освоении природных и техногенных месторождений / В.И. Спиринов, В.В. Царев, Ю.Е. Будюков, Н.Е. Борисов, В.Г. Бочков, А.С. Рыбаков / Приоритетные направления науки и технологий: Тезисы докладов XV Всероссийской научно-технической конференции. — Тула: «Инновационные технологии», 2014.

© Коллектив авторов, 2019

Спиринов Василий Иванович // nigptula@mail.ru
Будюков Юрий Евдокимович // nigptula@mail.ru
Сычева Маргарита Николаевна // nigptula@mail.ru
Борисов Николай Ефимович // nigptula@mail.ru
Курторгин Владимир Ильич // mailto: kut-tsnigri@mail.ru

УДК 624.131.1+551.791(575.16)

Туйчиева М.А., Туйчиева И.А., Джурраев Н.М.,
Ёдгоров Ш.И. (Институт сейсмологии им. Г.А. Мавлянова
АН РУз)

СЕЙСМИЧЕСКИЙ РИСК: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЦИПИЕНТОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

В статье рассмотрены современное состояние исследований по оценке сейсмического риска урбанизированных территорий в Узбекистане и очередные задачи по обеспечению сейсмической безопасности реципиентов в республике. Разработаны и зарегистрированы программные продукты по использованию возможностей современных ArcGI- технологий при оценке сейсмического риска территорий и приведена технология его использования на примере некоторых городов Узбекистана. Ключевые слова: природные, техногенные, экологические и экономические факторы сейсмического риска, программа для ЭВМ «MapGeoEcoRisk», «EngineerRisk» и поисковая система для ЭВМ «BaseGeoEcoRisk», паспортизация зданий и сооружений, кадастр земельного фонда.

Tuychieva M.A., Tuychieva I.A., Dzjurraev N.M., Edgorov Sh.I. (Institute of Seismology the names of G'A. Mavlyanov AS RUz)

SEISMIC RISK: CURRENT STATUS OF RESEARCH ACTUAL PROBLEMS OF ENSURING SEISMIC SAFETY OF THE RECIPIENTS IN UZBEKISTAN

*The article describes the current state of research on the seismic risk assessment of urban areas in Uzbekistan and the next task to ensure the seismic safety of recipients in the country. Software products for the use of modern ArcGIS technologies in assessing seismic risk areas were developed and registered, and the technology of its use on the example of some cities of Uzbekistan. **Keywords:** natural, technological, environmental and economic factors seismic risk, computer program «MapGeoEcoRisk», «EngineerRisk» and search engine for computer «BaseGeoEcoRisk», passportization of buildings and structures and the cadastre Land Fund.*