

УДК 624.131 (575)

К ВОПРОСУ НАДЕЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ НА ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. НУКУСА, УЗБЕКИСТАН)

И.К. Аимбетов, Р.Т. Бекимбетов

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

Каракалпакского отделения АН РУз., г. Нукус, Узбекистан.

e-mail: izzet_chf@mail.ru

В статье представлен анализ существующих исследований физико-механических свойств засоленных грунтов. Приводятся результаты исследований по оценке влияния засоления и повышения роста грунтовых вод на здания г. Нукуса. Представлены карты-схемы засоления грунтовых вод и грунтов территории г. Нукуса. Установлены территории наиболее засоленных грунтов города. Приведены рекомендации по строительству и реконструкции дренажной системы города для предотвращения агрессивного влияния солей на здания.

Ключевые слова: засоленные грунты, карты-схемы, физико-механические свойства грунтов, Каракалпакстан.

ON THE ISSUE OF RELIABLE CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS ON SALINE SOILS OF THE IRRIGATED ZONE OF THE SOUTHERN ARAL SEA REGION (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF NUKUS, UZBEKISTAN)

I. Aimbetov, R. Bekimbetov

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences of the Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Nukus, Uzbekistan.

e-mail: izzet_chf@mail.ru

The article presents an analysis of existing studies of the physical and mechanical properties of saline soils. The results of studies on the assessment of the impact of salinization and increased ground-water growth on the buildings of Nukus are presented. Maps-schemes of salinization of ground waters and soils of the territory of the city of Nukus are presented. The territories of the most saline soils of the city are established. Recommendations are given for the construction and reconstruction of the city's drainage system to prevent the aggressive effect of salts on buildings.

Keywords: saline soils, maps-schemes, physical and mechanical properties of soils, Karakalpakstan.

Введение. В аридных регионах мира нерациональное использование водных ресурсов становится причиной засоления почво-грунтов, что оказывает ощутимый ущерб экономике стран и привлекает особое внимание мирового научного сообщества различных областей, в том числе в области строительства.

Исследование влияния солей на инженерно-геологические свойства грунтов и физико-механические показатели строительных материалов направлены на повышение устойчивости, надежности строительства зданий и сооружений на засоленных грунтах. Оценка влияния солей на инженерно-геологические условия осуществляются по ряду научных исследований, таких как: изучение влияния солей на физико-механические свойства грунтов; изучение агрессивного влияния солей на работоспособность строительных материалов и защиты подземных частей зданий, сооружений от агрессивного влияния солей; разработка методов определения механических

характеристик засоленных грунтов; районирование засоленных территорий. Все это позволяет разработать рекомендации по надежному проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на засоленных грунтах.

Анализ результатов исследований научных центров мира показывают, что соли оказывают влияние на физико-механические свойства грунтов и строительных материалов. В исследованиях установлены теоретические и экспериментальные закономерности влияния солей на механические свойства грунтов, анализ которых показал, что соли в основном снижают механические показатели грунтов. Наряду с этим анализ исследований показывает, что соли приводят к преждевременному износу подземных бетонных конструкций. Так, например анализ результатов исследований [1-17] показывают, что соли оказывают влияние на механические свойства грунтов.

Основная часть. Одной из экологических особенностей орошаемой зоны Южного Приаралья является засоленность почво-грунтов растворимыми и труднорастворимыми солями.

Так, например, анализ данных гидромелиоративной службы Каракалпакстана показывают, что 95 процентов орошаемых земель Каракалпакстана засолены. Рост содержания солей привел к разрушению фундаментов и стен многих зданий в центре города, построенных в 1940-1950-х годах. Аналогичное засоление грунтов наблюдается практически во всех городах Южного Приаралья.

В настоящее время можно наблюдать, как под воздействием грунтовых вод происходит разрушение фундаментов и стен зданий Каракалпакстана. Особенно от подтопления и засоления грунтов страдает г. Нукус.

Нукус расположен на повышенной части правобережья современной дельты Амударьи и представляет собой равнину, сложенную аллювиально-дельтовыми отложениями, которые охватывают пойму и подпойменные террасы. Она имеет слабый уклон на север и северо-запад. В этом же направлении территория города пересекается крупным ирригационным каналом «Дослык». На территории города наиболее широко распространенным типом четвертичного возраста являются аллювиальные отложения Амударьинского комплекса (А Q4), представленные переслаивающимися толщами песков, супесей, и глин. Эти толщи подстилаются прослойками верхнемелового отложения, представленными выветрелыми и трещиноватыми известняками.

Результаты исследований показывают, что в Нукусе происходит рост уровня подземных вод (Рисунок 1). Анализ графика, представленного на рисунке 1 показывает, что наблюдается изменение уровня подземных вод по годам. Это связано, прежде всего, с орошением этой территории и фильтрацией воды из оросительной системы магистральных каналов, протекающих через город.

Анализ архивных материалов местных изыскательских организаций показал, что в 1970 году при уровне подземных вод 2-5 м., минерализация подземных вод составляла 1.7 г/л, в 1986 году уровень грунтовых вод поднялся до 0,3-2 м, а минерализация в среднем достигла 18 г/л, в некоторых случаях до 32 г/л.

Данное обстоятельство свидетельствует об увеличении агрессивности подземных вод, что в свою очередь способствует разрушению фундаментов и стен многих зданий в центре города, построенных в 40-х и 70-х годах прошлого века. При этом г. Нукус недостаточно обеспечен дренажной системой.

Под агрессивным действием подземных вод происходит преждевременное разрушение фундаментов и стен зданий (Рисунок 2).

Для предотвращения агрессивного воздействия солей на здания необходимо оценить закономерность засоления грунтов г. Нукуса.

Для оценки характера распространения солей и определения типов солей, которые оказывают разрушающее действие на бетонные конструкции, были составлены карты засоления

грунтов Нукуса. При этом были использованы материалы существующих инженерно-геологических изысканий Нукусского филиала UzGASHKLITY. Карты составлены с использованием компьютерной программы ArcGIS. При составлении карт были обработаны результаты определений засоленности грунтов 127 скважин, залегающих до уровня подземных вод. Площадь покрытия скважинами составляет 90 кв.км. При составлении карт-схем в качестве основы была использована карта города в масштабе 1:50 000.

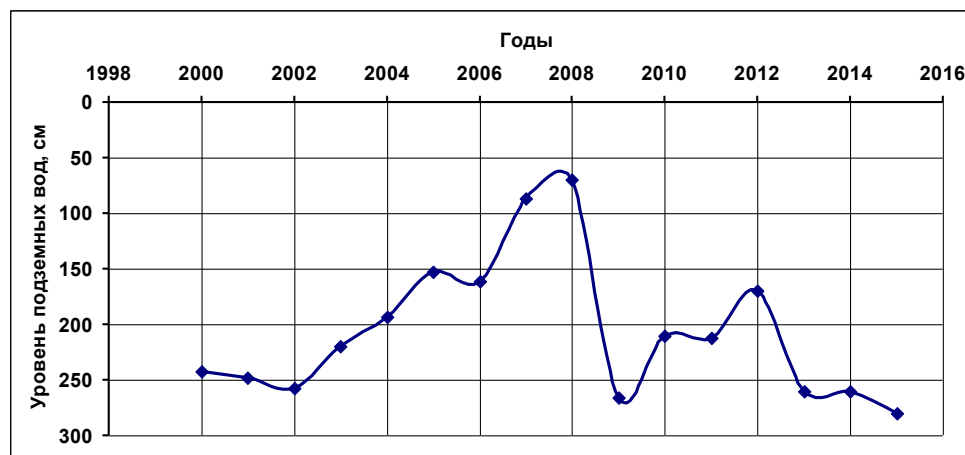


Рисунок 1. – Изменение уровня подземных вод города Нукуса



Рисунок 2. – Характер разрушения здания по ул. А. Шамуратовой г. Нукуса (2018 г)

На рисунке 3 представлена карта-схема засоления грунтов г. Нукуса до уровня грунтовых вод, отражающая качественный характер засоления грунтов. Анализ карты показывает, что грунты территории города по засолённости согласно классификации В.М. Безрук и др. [3; с.454] относятся к сульфатному, сульфатно-хлоридному, хлоридному и хлоридно-сульфатному типам засоления. Причем наибольшую площадь города относится к хлоридно-сульфатному типу засоления. Максимальная засолённость грунтов достигает до 4,2%.

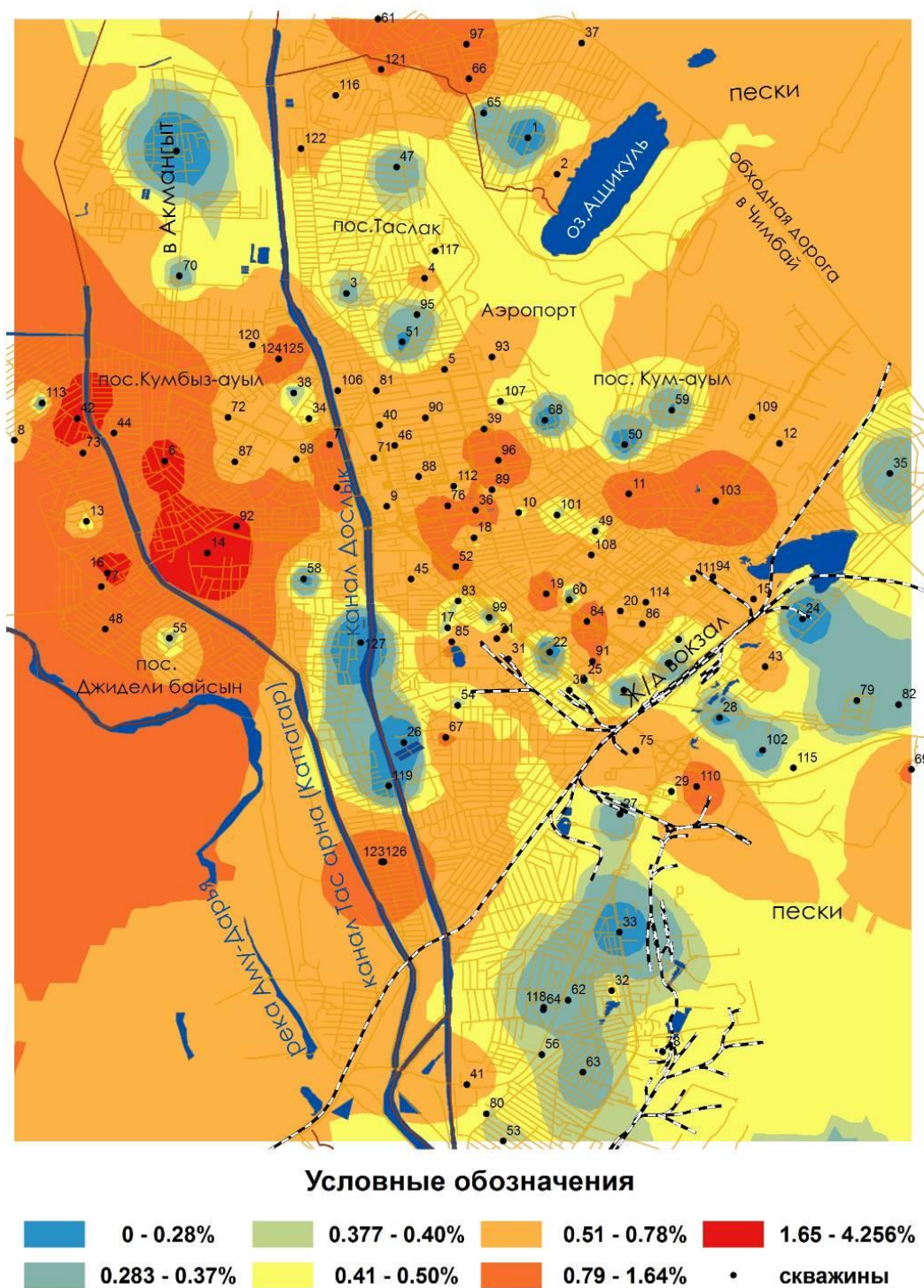
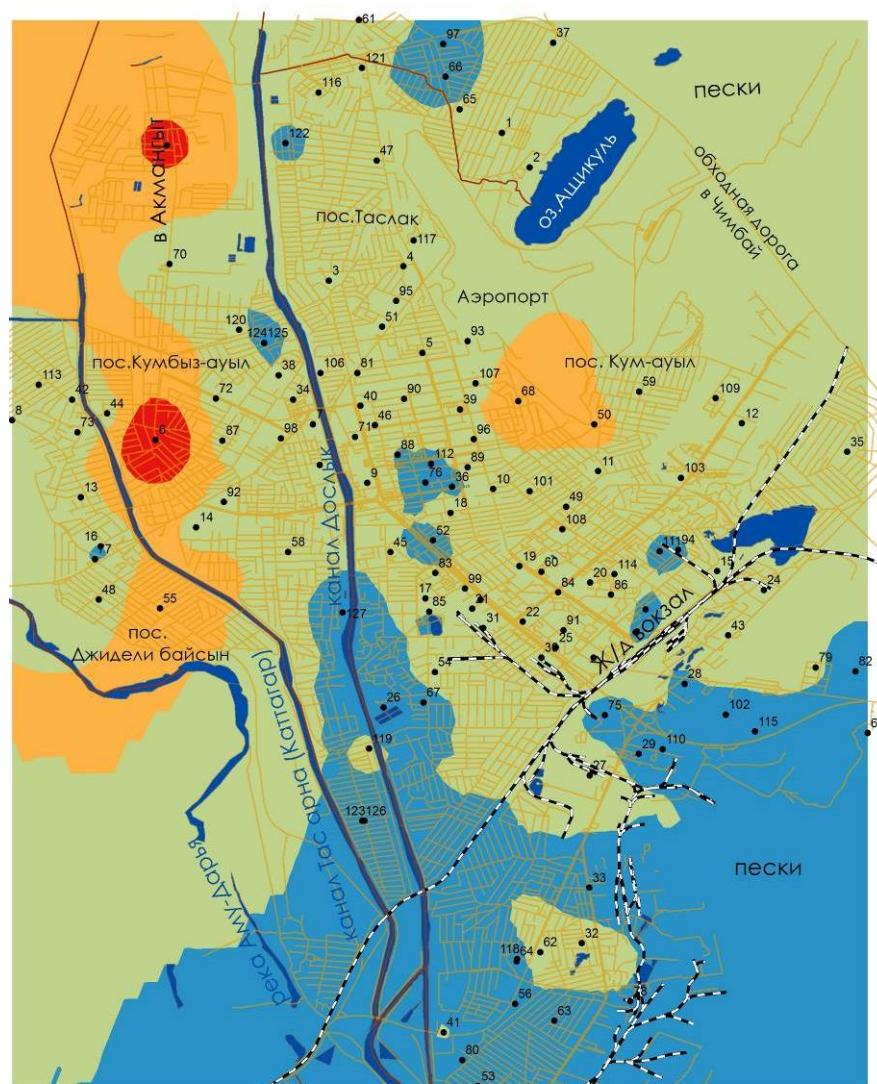


Рисунок 3. – Карта схема засоления грунтов города Нукуса до глубины подземных вод



Условные обозначения



1 – сульфатный; 2- хлоридно-сульфатный; 3 – сульфатно-хлоридный; 4 – хлоридный

Рисунок 4. – Карта-схема засоления грунтов по типам засоления

Анализ карт показал, что наиболее засоленные грунты находятся, где осуществляется полив территории. По классификации по засолённости грунты относятся к не засоленным и сильно засоленным типам.

На рисунке 5 представлена карта-засоления подземных вод г. Нукуса, которая показывает, что минерализация вод достигает 32 г/л. Это показывает, что при отсутствии дренажной системы при орошении территории города грунтовые воды будут способствовать повышению засолённости грунтов и повышать их агрессивность по отношению фундаментов и подземных инженерных коммуникаций.

Анализ карты показывает, что грунты города до глубины грунтовых вод по действию к бетонам приготовленным на основе на портландцементе по ГОСТ 10178-Х5*. являются в основном средне и сильно агрессивными. Наряду с этим с применением ГИС технологий были построены вертикальные литологические срезы территории Нукуса. Эти срезы позволять более эффективно проектировать новую дренажную систему города и осуществлять реконструкцию существующей дренажной системы.

Анализ карт показывает, что наиболее засоленными и агрессивными свойствами по действию к бетонам, приготовленных на не сульфатостойких цементах являются грунты левобережья канала «Дослык».

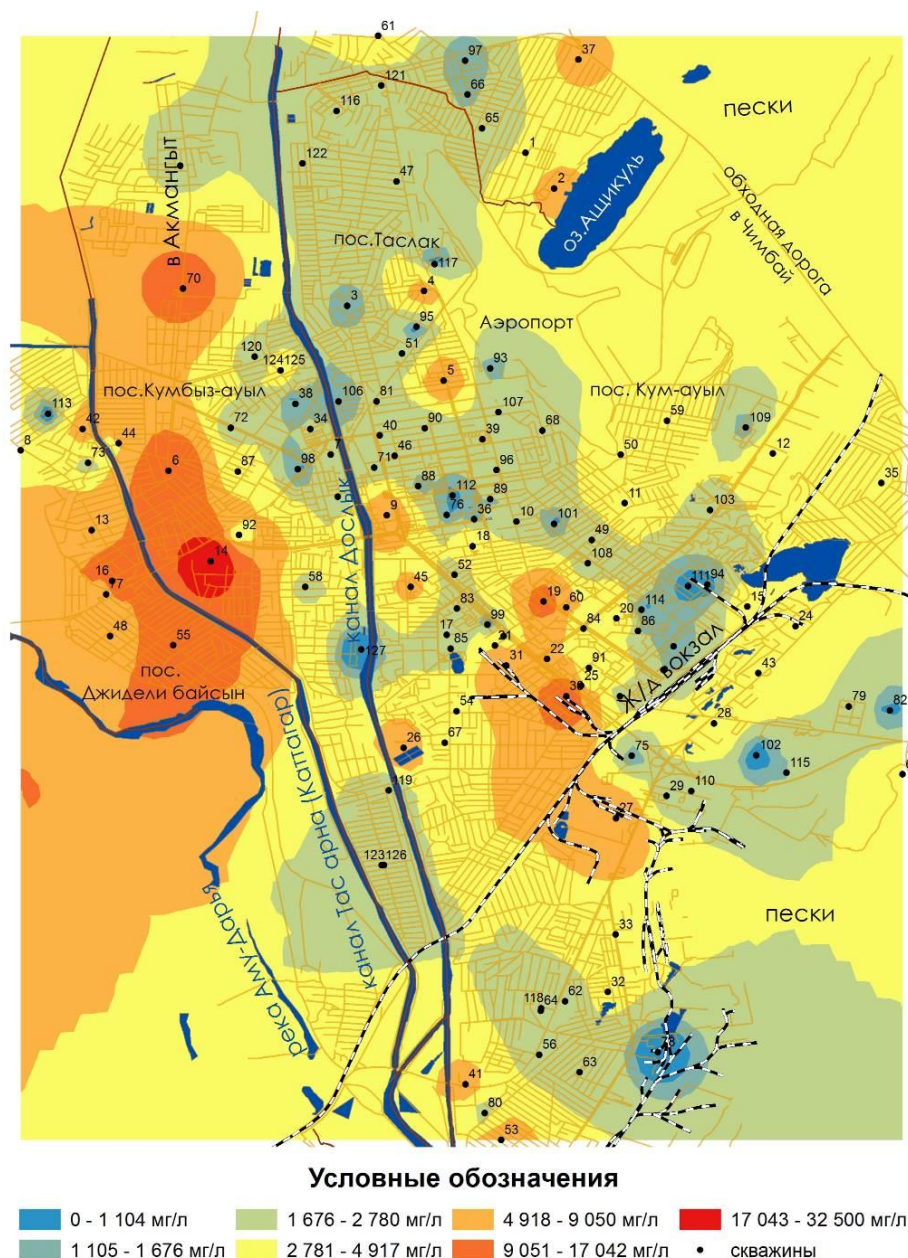


Рисунок 5. – Карта-схема засоления подземных вод г. Нукуса

Заключение. Для уменьшения агрессивного действия солей на подземные части зданий и сооружений в г. Нукусе необходимо осуществлять мероприятия по снижению уровня подземных вод, т.е. устраивать противофильтрационные покрытия в оросительных сетях города, магистральных каналах осуществлять ремонт, реконструкцию и проектировать новую дренажную систему для снижения уровня подземных вод. Особенно эти мероприятия необходимо проводить в наиболее засоленных территориях города. Эти мероприятия позволят увеличить долговечность зданий и сооружений города Нукуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аимбетов И.К., Сейтниязов Ш. Некоторые инженерно-геологические исследования г. Нукуса. // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз, №1 1998. С. 22-24.
2. Аимбетов И.К. К вопросу надежного проектирования инженерных сооружений для создания искусственных водоемов в южном Приаралье. Материалы II Международной конференции «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства». 2016 г., 24 июня г. Тараз, Казахстан. – с. 181-184.
3. Аимбетов И.К. Инженерно-геологические основы строительства зданий и сооружений на засоленных грунтах Каракалпакстана. сооружений на засоленных грунтах Каракалпакстана. Монография. Нукус, «Илим» 2020 - 288 с.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. –Л.: Недра, 1985. 511 с.
5. Петрухин В.П. Строительство сооружений на засоленных грунтах.
6. Aimbetov I. K. On the question of salt management of Amudariya river delta (Aral Sea basin, Karakalpakstan), Abstract volume. The 15 the Stockholm Symposium. August 21-27, 2005. Drainage Basin Management -Hard and Soft Solutions in Regional Development - p.288-289.
7. Aimbetov I. K., Bekimbetov R.T. The investigation of Foundation Displacements of Nukus City (Uzbekistan) buildings. International of Science and Research (IJSR), Volume 9 Issue 7, July 2020, p.504-507.
8. Agudo E., Mees F., Jacobs P., Rodriguez-Navarro C. The role of saline solution properties on porous limestone salt weathering by magnesium and sodium sulphates //Environmental geology. - 2007. - № 52. - P. 269-281.
9. Alonso E.E., Olivella S. Modelling tunnel performance in expansive gypsum claystone // In International association for computer methods and advances in geomechanics (IACMAG). - 2008. - p. 891-910.
10. Angeli M., Bigas J.P., Benavente D., Menéndez B., Hébert R., David C. Salt crystallization in pores: quantification and estimation of damage // Environmental geology. - 2007. - № 52. - P. 205-213.
11. Cosenza P.H., Ghoreychi M., Bazargan-Sabet B., de Marsily G. In situ rock salt permeability measurement for long term safety assessment of storage // International Journal Rock Mechanics and mineral Sciences. - 1999. - № 36(4). - P. 509-526.
12. Johanson O., Aimbetov I.K., Jerker J. Variation of groundwater salinity in partially irrigated Amudarya river delta, Uzbekistan // Journal of Marine systems. - 2009. - Vol. 76. Issue 3. - P. 287-295.
13. Li Y.P., Yang C.H., Qian Q.H., Wei D.H., Qu D.A. Experimental research on deformation and failure characteristics of laminated salt rock // In Proceedings of the 6th conference on the mechanical behavior of salt «SALTMECH6 – the mechanical behavior of salt-understanding of THMC processes in salt». – Hannover. - 2007. - P. 69-74.
14. Liang W.G., Yang C.H., Zhao Y.S., Dusseault M.B., Liu J. Experimental investigation of mechanical properties of bedded salt rock // International Journal Rock Mechanics. Mineral Science. - 2007. - № 44(3). - P. 400-411.
15. Min Li, Shouhi Chai, Hongpu Du, Cnen Wang. Effect of chlorine salt on the physical and mechanical properties of inshore saline soil treated with lime. The Japanese Geotechnical Society. // Soils and Foundation 2016; 56(3)6 p. 327-335.
16. Naeiny S.A., Jahanger M.A., Monshi A. Mechanisms Controlling the Undrained Strength Behavior of Landfill Liner Clay // Proceeding of the 5th International Symposium on deformation characteristics of geomaterials is Seoul. - Seul. - 2011. - Vol. 1. - P. 500-505.
17. Schulze T., Popp H.K. Development of damage and permeability in deforming rock salt // Engineering Geology. - 2001. - № 61(2/3). - P. 163-180.
18. Yang C.H., Li Y.P., Chen F., Shi X.L., Qu D.A. Advances in researches of the mechanical behaviors of deep bedded salt rocks in China // In Proceedings of the 43rd U.S. rock mechanics symposium and 4th U.S.–Canada rock mechanics symposium. - Asheville. - 2009. - P. 450-455.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

Об издании – 1, 2

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

Редакционная коллегия:

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, А. М. Хаткевич

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр.
2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк :
Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379
ISBN 978-985-531-779-2

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С.Е. Рясовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.11.2021.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>