

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



Белорусский национальный  
технический университет

Строительный факультет

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ГЕОТЕХНИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ  
НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Материалы 72-й студенческой  
научно-технической конференции

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

26 апреля 2016 года

*Электронный учебный материал*



Минск  
БНТУ  
2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Строительный факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ГЕОТЕХНИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ  
НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Материалы 72-й студенческой  
научно-технической конференции

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

26 апреля 2016 года

*Электронный учебный материал*

Минск  
БНТУ  
2016

**Редакционная коллегия:**

**Т.В. Тронда** – магистр техн. наук, ассистент кафедры  
«Геотехника и экология в строительстве» (ответственный редактор);

**С.Н. Банников** – канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Геотехника и экология в строительстве»;

**Т.М. Архангельская** – старший преподаватель кафедры  
«Геотехника и экология в строительстве»

Под общей редакцией канд. техн. наук, доцента,  
и.о.зав.кафедрой «Геотехника и экология в строительстве» **Т.М. Уласик**

**Рецензенты:**

**М.И. Никитенко** – д-р техн. наук, профессор;

**В.Н. Кравцов** – канд. техн. наук, доцент, зав. лабораторией  
конструкций фундаментов «Институт БелНИИС»;

**И.Л. Бойко** – канд. техн. наук, доцент  
кафедры «Мосты и тоннели» ФТК БНТУ

Сборник содержит материалы 72-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях». В сборнике освещены материалы пленарного заседания, посвященные проблемам защиты населения и окружающей среды, современным и экономичным конструкциям нулевого цикла и вопросам инженерной геологии.

Предназначено для научно-педагогических работников, студентов, магистрантов и аспирантов.

Регистрационный номер БНТУ/СФ56-40.2016

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1

### ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ

### МЕТОДЫ ИЗЫСКАНИЙ .....7

*Алимов С. Н., Новицкий М. А.*

Геология марса.....9

*Баранова И. И., Винокурова В. И.*

Алмаз и графит: свойство, значение, происхождение .....12

*Безрукова Е. М., Ковалев Д. В.*

Полезные ископаемые добываемые в Беларуси .....16

*Богдан А. М., Ясева Д. А., Ковальчук Т. С.*

Сланцевый газ: достоинства и недостатки.....20

*Бурдук Ю. С., Лобач А. В.*

Исследование геологических структур с помощью  
космических снимков.....24

*Вьюгин Д. С., Ненартович Э. В.*

Ресурсы Антарктиды .....27

*Кухарчик С. В., Рогожкин В. В.*

Кометы. Метеориты. Астероиды .....31

*Кушель Е. В., Янкович Е. С.*

Теория дрейфа материков и литосферных плит .....35

*Рекиш А. А., Котович А. С., Побыванец М. А.*

Этапы развития Луны.....42

*Сидорова Е. И., Мельник А. С.*

Золото как минеральное вещество.....45

*Шараев А. С., Антанович В. В.*

Интенсивность использования грунтовых вод Республики Беларусь.....49

## **РАЗДЕЛ 2**

**СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ.....53**

*Ковенко В. Н.*

Практический опыт применения буроинъекционных свай и анкерных систем GEOIZOL-MP при строительстве многофункционального комплекса ОАО «Газпром» в г. Минске .....55

*Лапатин П. В.*

Сопротивление мелкого песка сдвигу в зависимости от процентного количества в нем твердых включений .....60

*Немеровец О. В., Мазицкая Е. А.*

Возможности применения технологии струйной цементации при решении сложных геотехнических задач .....64

*Путраш. Д. В., Климович А. В.*

Методы борьбы с плывунами.....68

*Якуненко С. А.*

Лабораторные исследования вертикально армированных глинистых оснований .....72

*Якуненко С. А.*

Опыт применения способа вертикального армирования грунтов для упрочнения оснований плитных фундаментов .....76

**РАЗДЕЛ 3**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОХРАНА**  
**ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....81**

*Бондарик В. Е., Денисюк Е. А., Свидинская А. Н.*  
Социально-экологические проблемы в условиях  
уплотненной застройки в городе Минске .....83

*Быков К. Ю., Ковалевич В. С.*  
Проблемы восстановления водного пути Е-40 .....88

*Жук Н. А., Мирошниченко В. П.*  
Влияние температурных изменений (глобальное  
потепление) на здоровье человека в условиях мегаполиса .....91

*Жуковский Е. М., Добрынович Я. А.*  
Обеспечение экологической безопасности при  
производстве земляных работ в дорожном строительстве.....95

*Клочко А. А., Сургучев В. В.*  
Загрязнение окружающей среды отходами строительного  
производства .....99

*Раговский С. В., Скоров С. И.*  
Экологические требования к архитектурно-планировочным  
решениям жилых зданий.....103

**РАЗДЕЛ 4**  
**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ И**  
**ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФАХ.....107**

*Буракова В. В., Жарикова Е. Н.*  
Возможные последствия ядерной войны .....109

<b><i>Дергачёва М. В., Кольченко Н. Н.</i></b> Критерии радиационной безопасности и их влияние на развитие строительной индустрии.....	113
<b><i>Жук И. И., Ляшко В. В.</i></b> Астероидная опасность и способы ее предотвращения.....	117
<b><i>Лисай П. О., Гатенадзе Д. Б.</i></b> Авария на АЭС Фукусима-1. Причины и последствия.....	121
<b><i>Москвин А. Ю., Москвин А. Ю.</i></b> Радиационная безопасность строительных материалов .....	125
<b><i>Новиков П. И., Колонович А. В.</i></b> Оценка радиационной обстановки в составе инженерно- экологических изысканий для строительства.....	127
<b><i>Розова Ю. Е, Шкурко Д. О.</i></b> Сравнение последствий цунами 2004 года в Индии и 2011 в Японии .....	130
<b><i>Таланова Ю. П., Сергиенко Е. К.</i></b> Сравнение и последствия самых разрушительных землетрясений XX века и первого десятилетия XXI века .....	134



## **РАЗДЕЛ 1**

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗЫСКАНИЙ**



## ГЕОЛОГИЯ МАРСА

**Алимов С. Н., Новицкий М. А.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

В 2003 году начался новый этап в изучении Марса, так как за последние шестьдесят тысяч лет он приблизился к Земле на самое близкое расстояние. На данный момент геология Марса плохо изучена, но с 2003-го года активно ведутся исследования в этой области.

### **Основные особенности**

Подобно поверхности Луны и Земли, поверхность Марса характеризуется четко выраженной асимметрией. Если северное полушарие представлено пониженными равнинными поверхностями (более молодыми), находящимися на 1 - 3 км ниже нулевого уровня, то южное - сильно кратерированными возвышенностями (более древними), находящимися на 2 - 4 км выше нулевого уровня. Граница между этими полушариями в общем представляет собой окружность, наклоненную к экватору под углом 35°. Разновысотность уровней двух полушарий Марса и морфологические различия их поверхностей определили четко выраженную дихотомию планеты. Граница между этими макрообразованиями поверхности подчеркивается глобальным уступом (высотой около 2 км), разрушение которого эндогенными и экзогенными процессами и привело к формированию обширной (от 100 до 500 км) переходной зоны. С юга на север в этой зоне наблюдается смена морфологических особенностей рельефа от ненарушенных кратерированных возвышенностей через останцовые возвышенности, разделенные пересекающимися линейными участками равнин, к сглаженным равнинам, осложненным более мелкими, редко разбросанными платообразными останцами и холмами.

### **Ударные образования**

На Марсе, как на Луне и Меркурии, широко распространены кратеры, образованные ударами о его поверхность метеоритов, астероидов и комет. Облик большей части южного полушария Марса определяют относительно крупные кратеры (диаметром более 15 км) и кольцевые кратерные бассейны, сформировавшие сильно кратерированные местности - аналоги лунных материков (рис. 1). Однако в отличие от них в кратерированных местностях Марса доля относительно ровной межкратерной поверхности заметно выше. Это связано с тем, что на ранних стадиях геологической истории Марса в пределах сильно кратерированных местностей были широко развиты равнинообразующие процессы.



**Рисунок 1. – Ударные образования Марса**

### **Вулканические образования**

Для Марса характерны крупные вулканические сооружения типа щитовых вулканов, вулканических куполов и провальных кальдер, что заметно отличает его от Луны и Меркурия. В то же время, так же как на Земле, Луне и Меркурии, на Марсе не менее широко развит площадной вулканизм.

Поверхность склонов щитовых вулканов Марса буквально изоброждена радиальными системами лавовых потоков, каналов и гряд шириной в несколько километров и длиной в сотни километров. Морфология лавовых потоков вокруг вулканов области Фарсида указывает на низкие значения вязкости этих лав, что характерно для лав основного состава

Кроме гигантских щитовых вулканов, на поверхности Марса есть и более скромные по размерам, но гораздо более многочисленные вулканические структуры - вулканические купола. Большая их часть расположена в области Фарсида.

## **Мерзлотные образования**

Большинство обнаруженных признаков проявления мерзлоты в рельефе Марса - результат нарушения криогенных толщ эндогенными и экзогенными процессами на разных этапах его геологической истории. Результаты геологического исследования Марса, проведенного по космическим снимкам, показывают, что начиная с ранних периодов (примерно 3,5 млрд. лет назад), наряду с интенсивной вулканической активностью лик планеты формировали и потоки воды. При извержении вулканов мерзлота временно разрушалась в различных районах планеты и вода эпизодически высвобождалась из криолитосферы на поверхность. А это, в свою очередь, приводило к развитию водной эрозии, следы которой прекрасно сохранились до настоящего времени в виде крупных и мелких долин и русел

Таким образом, полярные образования Марса представляют собой вместилище значительных запасов водяного льда. Количество  $H_2O$  в остаточных полярных шапках Марса  $\sim 10^{21}$  г, что на много порядков больше, чем в атмосфере. О широком развитии мерзлоты на Марсе свидетельствуют также описанные выше особенности морфологии выбросов из свежих марсианских кратеров. Часто эти выбросы очень похожи на земные селевые и солифлюкционные потоки, хотя их размеры значительно крупнее земных.

В итоге можно утверждать, что на Марсе, как и на Земле, действует фактор географической зональности, определивший главные особенности проявления мерзлоты в рельефе планеты. Особенности распределения криогенных образований служат убедительным свидетельством общепланетарного распространения мерзлоты на Марсе.

## **Литература**

1. Алехин Ю.В., Закиров И.В., Базилевский А.Т., Флоренский К.П. // Геохимия. - 1977. - № 9. - С. 1283.
2. Кузьмин Р.О. К вопросу о строении криолитосферы Марса. - В сб.: Проблемы приолитологии. - М.: 1977. - Вып. 6,7 С. 7.
3. Кузьмин Р.О. Определение глубины залегания льдистых пород на Марсе по морфологии свежих кратеров // ДАН СССР. - 1980 - Т.252 - №6, - С.1445.
4. Кузьмин Р.О., Бобина Н.Н., Забалуева Е.В., Шашкина В. П. // Астрономический вестник. -1988. -Т. 22.--№ 3. - С. 195.

## **АЛМАЗ И ГРАФИТ: СВОЙСТВО, ЗНАЧЕНИЕ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ**

**Баранова И. И., Винокурова В. И.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена общая характеристика алмаза и графита, их происхождение, область применения и значение.

### **Введение**

Что общего между алмазом и графитом? С первого взгляда, кажется, что ничего. Алмаз прозрачный, графит темный. Алмаз плотен и очень тяжел, графит в полтора раза легче. Кажется, алмаз и графит ничем не похожи друг на друга, и в то же время они - родные братья.

Несмотря на то, что графит и алмаз полярные по своим свойствам, они имеют одинаковый химический состав, состоящий из одного и того же химического элемента — углерода. Отличает эти материалы лишь различная кристаллическая структура.

В данной статье мы попытались проанализировать связь между графитом и алмазом. Для этого мы сравнили эти вещества с нескольких точек зрения.

### **1. Общая характеристика алмаза и графита**

Алмазы встречаются в природе в хорошо выраженной кристаллической форме. Это бесцветное, прозрачное кристаллическое вещество, чрезвычайно сильно преломляющее лучи света.

Алмазы хорошо отражают свет и, обладая сложной формой, хорошо его преломляют. Это дает знаменитый блеск и перелив очищенного кристалла. Он является проводником тепла, но по отношению к электричеству является изолятором.

Алмазы в природе встречаются как в виде хорошо выраженных отдельных кристаллов, так и поликристаллических агрегатов. Среди них выделяются — баллас, карбонадо и борт.

Баллас — это сферолитовые образования с радиально-лучистым

строением. Карбонадо — скрытокристаллические агрегаты с размером отдельных кристаллов 0,5-50 мкм. Борт — яснозернистые агрегаты. Балласы и особенно карбонадо имеют самую высокую твердость из всех видов алмазов.

Графит представляет собой антипод алмаза. Это не кристалл, а совокупность тонких пластинок. Он черный с серым отливом. По внешнему виду напоминает сталь с преобладанием чугуна. Несмотря на стальной вид, на ощупь он жирный, а при использовании оказывается еще и мягким. При малейшем надавливании он крошится, что и привлекает человека, использующего графит в качестве средства запечатления информации на бумаге. Графит, как и алмаз, является хорошим проводником тепла, но, в отличие от своего собрата по молекулярному строению, хорошо проводит и электричество.

Единственный минералообразующий элемент алмаза и графита — это углерод. Этих представителей отличает друг от друга только одно — строение молекулярной решетки. Все остальное — лишь следствие главного.

В графите кристаллическая решетка организована по плоскостному принципу. Все его атомы размещены в шестиугольнике, которые находятся в одной плоскости. Поэтому связи между атомами разных шестиугольников такие непрочные, а сам графит слоистый, и его слои плохо связаны друг с другом. Такое строение кристаллической решетки определяет его мягкость и разнообразную полезность, но сам графит при этом разрушается. Однако именно такое строение кристаллической решетки позволяет, используя особые условия и другие вещества, сделать из графита алмаз. Такие же процессы происходят с этим минералом в природе при аналогичных условиях.

Алмазная решетка построена по принципу объемных связей всех с каждым и всех со всеми. Атомы образуют правильный тетраэдр. Атом в каждом тетраэдре окружен другими атомами, каждый из которых образует вершину другого тетраэдра. Получается, что тетраэдров в каждом кусочке алмаза гораздо больше, чем молекул, образующих эти тетраэдры, поскольку каждый из тетраэдров является частью другого тетраэдра. По этой причине алмаз является самым неразрушимым минералом [1, с. 185].

## **2. Происхождение алмаза и графита**

Углерод относится к самым массовым элементам биосферы и

всей планеты Земля. Больше всего его сконцентрировано в живых организмах. Любые организмы строят свое тело из углерода, концентрация которого в живых телах превышает содержание углерода в неживой материи. Мертвые организмы оседают на поверхности литосферы или океана. Там они разлагаются в разных условиях, образуя месторождения, богатые углеродом.

В твердой земной поверхности, он входит в состав больших залежей угля, нефти, природного газа, торфа и т.п. Но в чистом виде он представлен залежами алмаза и графита.

Происхождение чистых залежей алмазов и графита вызывает много споров. Есть мнение, что это бывшие организмы, попавшие в особые условия и минерализовавшиеся наподобие угля. Считается также, что алмазы имеют магматическое происхождение, а графит – метаморфическое. Это означает, что в концентрации алмазов на планете участвуют сложные процессы в недрах земли, где самопроизвольно в присутствии кислорода возникает взрыв и горение. В результате взаимодействия молекул метана и кислорода и возникают кристаллы алмаза. При этих же процессах, но в определенных условиях возможно появление и графита [2, с. 96].

### **3. Области применения алмазов и графитов**

Оба минерала широко используются в промышленности.

Алмазы используются для обработки различных твердых материалов, для резки, шлифования, сверления и гравировки стекла, для бурения горных пород. Алмазы после шлифовки и огранки превращаются в бриллианты, которые используются как украшения.

Из графита изготавливают литейные формы, плавильные тигли, огнеупорные изделия. Значительное количество графита используется в электротехнической промышленности, например, при изготовлении электродов. Графит используется для изготовления карандашей, красок. Чистый графит используется в ядерных реакторах для замедления нейтронов.

Несмотря на разнообразие применения, как графита, так и алмаза в различных отраслях промышленности, можно смело говорить о большей пользе графита. Алмаз по причине идеальности своей кристаллической решетки инертен. Его можно использовать только как алмаз. Большая часть добываемых в природе алмазов уходит на нужды ювелирной промышленности.



Графит, изъятый из природы, становится не самостоятельной ценностью, а великим тружеником производства. Благодаря своим свойствам он используется и в своем истинном, природном виде, то есть как графит, и в качестве средства, на основе которого могут быть получены новые вещества, например, тот же алмаз [3, с. 49].

### **Заключение**

Исследовав две полиморфные модификации углерода: алмаз и графит, мы пришли к тому, что несмотря на одинаковый химический состав, полиморфы имеют разное строение кристаллической решетки, а следовательно и разные свойства и происхождение.

Алмаз — бесцветное, прозрачное кристаллическое вещество с исключительной твердостью – 10 и алмазным блеском. Графит — серо-черное кристаллическое вещество с металлическим блеском, жирное на ощупь, по твердости уступает даже бумаге - 1.

Алмазы в природе встречаются в виде хорошо выраженных отдельных кристаллов. Кристаллы графита — это, как правило, тонкие пластинки.

Происхождение алмазов магматическое, графита – метаморфическое.

Алмазы используются практически во всех отраслях промышленности: электротехническая, радиоэлектронная, приборостроительная, при буровых работах.

Графит же используют для производства графито-керамических плавильных тиглей и огнеупоров, в качестве смазок, производство карандашей, электроугольная промышленность.

### **Литература**

1. Бетехтин, А. Г. Курс минерологии. Учебное пособие / А. Г. Бетехтин. – М: КДУ, 2007. – 721 с.
2. Булах, А. Г. Общая минералогия / А. Г. Булах. – СПб: СПУ, 1999. – 356 с.
3. Дядин, Ю. А. Графит и его соединения включения / Ю. А. Дядин // Соросовский образовательный журнал. Том 6. - 2000. - №10.

## **ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ДОБЫВАЕМЫЕ В БЕЛАРУСИ**

**Безрукова Е. М., Ковалев Д. В.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** Основой развития современной индустрии и ряда направлений научно-технического прогресса выступают полезные ископаемые Беларуси. В нашей стране разведано более 4 тысяч месторождений и залежей ископаемых, около 30 видов минерального сырья.

### **Введение**

Территория Республики Беларусь находится в центре Восточно-Европейской платформы – одной из наиболее крупных структур Евразийской плиты литосферы. Эта платформа протягивается на востоке от складчатых структур Урала до Западно-Европейской герцинской платформы. В геоструктурном, тектоническом плане платформа в пределах территории Беларуси представляет собой сложное образование, сформированное под воздействием эндогенных и экзогенных разновозрастных процессов. Это предопределило формирование в её структурах различных полезных ископаемых, которые имеют большое народнохозяйственное значение.

В недрах Беларуси выявлены и разведаны ряд полезных ископаемых, в том числе таких ценных как нефть и газ, горючие сланцы, торф, бурый уголь, сапропели, янтарь, калийные соли, каменные соли, минерализованные рассолы, фосфориты, доломиты, мел, пресноводные известковые отложения, глауконит, цементное сырьё, огнеупорные и тугоплавкие глины, стекольные и формовочные пески, строительный камень, железные руды, медь, алюминий и минеральные воды.

### **Топливные ископаемые Беларуси: нефть и природный газ**

Первая белорусская нефть была получена в 1952 г. со скважины

в районе города Ельска. Однако промышленного значения она не имела в связи с низким качеством и небольшими запасами.

Промышленная нефть была получена только в 1964 г. возле города Речица Гомельской области. В формировании этих месторождений значительную роль сыграли тектонические разломы. В настоящее время годовая добыча нефти составляет около 2 млн. т. За всю историю разработки белорусских нефтяных месторождений было добыто около 100 млн. т. нефти.

Белорусская нефть содержит некоторое количество попутного газа, который используется в качестве топлива, а также для обеспечения бытовых нужд населения.

### **Бурый и каменный уголь**

Первые поисково-разведочные работы на уголь, проведенные в Беларуси 1952-1958 гг., выявили угленосность каменноугольных, юрских, палеогеновых и неогеновых отложений.

Наиболее перспективной на уголь является Заозерная структура в Ельском районе, где угленосные отложения установлены на площади 300 км<sup>2</sup>. Эти угольные пласты имеют мощность от 0,1 до 3,8 м и залегают на глубине 215 - 850 м. Качество угля невысокое: он содержит 17 - 39 % пепла, 59,2 - 72,3 % углерода в горючей массе; его теплота сгорания - 14,2 - 29,4 МДж/кг.

Разведанные суммарные запасы бурого угля в Беларуси оцениваются примерно в 100 млн. т., а прогнозные - 3 млрд. т.

### **Горючие сланцы**

Горючие сланцы - ценное полезное ископаемое, состоящее из органической (сапропелевой или гумусово-сапропелевой) и минеральной (глинистой, кремнистой, известковой и др.) частей.

На территории Беларуси горючие сланцы впервые были обнаружены в 1963 г. Несколько позже был выявлен крупный Припятский сланцевый бассейн и обнаружены отдельные небольшие месторождения горючих сланцев в Оршанском прогибе.

### **Торф**

Торф - горючее полезное ископаемое, образованное скоплением остатков растений, подвергшихся неполному разложению в условиях болот.

В нашей стране торф является, пожалуй, самым распространенным полезным ископаемым. По запасам торфа Республика Беларусь занимает одно из первых мест в мире. Запасы торфа в Беларуси составляют около 5 млрд. т. Однако для промышленного освоения доступно лишь около 1,2 млрд. т. Торф традиционно используют как топливо, но на его основе возможно получение ценных продуктов и веществ: торфяного воска, кормовых дрожжей и т.д.

### **Калийные соли**

Суммарные запасы калийных солей в Беларуси составляют около 80 млрд. т., а разведанные - более 2,2 млрд. т. В пределах Припятского прогиба соленосные отложения занимают площадь более 26 тыс. км<sup>2</sup> и протягиваются с севера на юг на 120-130 км, а с запада на восток - на 150-220 км.

В пределах Припятского прогиба выявлено два самых крупных местонахождения калийных солей: Старобинское и Петриковское.

### **Цементное сырье**

Самым крупным месторождением мергеля является месторождение "Коммунары" (Костюковичский район Могилевской области), в котором мергель залегает на глубине 1,6-21 м. Мощность полезных слоев в этом месторождении составляет 18,7-29 м; содержание СаО - 20-44 %. Разведанные запасы месторождения составляют 385,5 млн. тонн. На базе этого месторождения действует Белорусский цементный завод.

В настоящее время в Беларуси работают три цементных завода, которые производят около 2 млн. т цемента в год, что не обеспечивает потребностей страны в этом ценном строительном материале.

Так же Беларусь богата такими видами сырья, как кирпично-черепичные глины и строительные пески. Их используют в дорожном строительстве, а также для производства бетона и других строительных материалов.

В Беларуси разведано более 30 месторождений минеральных вод, которые способны давать более 4,3 тыс. м<sup>3</sup> лечебных вод в сутки. Наиболее распространены хлоридно-натриевые воды (озеро Нарочь, Бобруйск, Гомель (санаторий "Васильевка"), Брест (санаторий "Берестье") и др.

### **Заключение**

Перспективные планы по добычи полезных ископаемых в Беларуси, включают не только их поиск и непосредственную добычу, но и разработку экологически безопасных и экономически эффективных технологий добычи, переработки и использования.

### **Литература**

1. Хомич, П. З. Полезные ископаемые Беларуси / П. З. Хомич и др. – Минск, 2002.

## **СЛАНЦЕВЫЙ ГАЗ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ**

**Богдан А. М., Ясева Д. А., Ковальчук Т. С.**

(научный руководитель – Мякота В. Г.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены достоинства и недостатки добычи сланцевого газа. Проанализированы характерные особенности технологии добычи сланцевого газа. Значительное внимание в этой статье уделяется карте месторождений сланцевого газа в мире и перспективам разработки новых месторождений. Также особое внимание уделено перспективам экономического влияния сланцевого газа на мировой газовый рынок.

### **Введение**

Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований, коллекторах, в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. Запасы отдельных газовых коллекторов невелики, но они огромны в совокупности и требуют специальных технологий добычи. Что характерно для сланцевых залежей, что они встречаются на всех континентах, таким образом, практически любая энергозависимая страна может себя обеспечить необходимым энергоресурсом. Этот энергоресурс вызывает повышенный интерес мировой общественности по причине совмещения в себе качеств ископаемого топлива и возобновляемого источника.

### **1.Технология добычи сланцевого газа**

Технология добычи сланцевого газа уже существует на протяжении 100 лет. Её актуальность была признана в результате устойчивого увеличения спроса, недостатка ресурса и, соответственно, увеличения стоимости природного газа, добываемого традиционным путем. Добыча газа из сланца при повышении цен на газ имеет чисто экономические причины.

Современная технология добычи сланцевого газа подразумевает бурение одной вертикальной скважины и нескольких горизонтальных скважин длиной до 2-3-х км. В пробуренные скважины закачивается смесь воды, песка и химикатов, в результате гидроудара разрушаются стенки газовых коллекторов, и весь доступный газ откачивается на поверхность.

Теоретическая база технологии гидроразрыва пласта была разработана в 1953 году академиком С.А. Христиановичем совместно с Ю.П. Желтовым в Институте нефти АН СССР. Для разработки эффективной технологии горизонтального бурения с гидроразрывом пласта понадобилось около 20 лет экспериментов.

## **2.Карта месторождений сланцевого газа в мире, перспективы разработки месторождений**

Основные промышленно-разрабатываемые газсланцевые месторождения сосредоточены в США. Ведется разведка месторождений в Канаде, Европе, Австралии, Израиле, а также других странах. Наиболее активные действия в области разведки сланцевого газа наблюдаются в тех странах, которые не имеют достаточных запасов собственного природного газа. Основными поставщиками газа в Северной Америке являются месторождения *BarnettShale* (Техас), *WoodfordShale* (Оклахома), *HaynesvilleShale* (Северная и Восточная Луизиана, Техас) и другие.

## **3.Перспективы экономического влияния сланцевого газа на мировой газовый рынок**

Анализ предпосылок разработки сланцевых месторождений позволяет говорить о возникновении естественных рыночных регуляторов, которые приводят к процессам самоорганизации на энергетическом рынке. При возникновении естественной монополии на любом микрорынке, в качестве которого в данном случае выступает рынок газа, иницируются процессы по внедрению продуктозаменителей (субститутов), на роль которых претендует сланцевый газ. Успешным продуктом-заменителем является и сжиженный газ, который поставляется из удаленных регионов.

Продукты-заменители являются эффективным регуляторным механизмом, которые увеличивают эластичность спроса природного газа. При значительном дисбалансе цен на газ, который стал

наблюдаться в различных регионах мира, стали перераспределяться газовые потоки и изменяться структура рынка.

#### **4. Сланцевый газ в Беларуси**

В Беларуси будут искать газ, которого нет?

Организовать поиск залежей сланцевого газа в 2015 г. потребовал Александр Лукашенко, выступая с ежегодным посланием к парламенту и народу. Но по словам экспертов, добыча сланцевого газа высока по себестоимости и затратна. Однако на кону энергетическая независимость на фоне прогнозируемого роста цен на углеводородное сырье.

#### **5. Достоинства и недостатки**

Еще недавно словосочетание "сланцевая революция" не сходило с первых полос газет. Это была тема номер один в прессе на всех континентах. Америка из крупнейшего импортера газа превратится в экспортера и сможет обеспечить дешевыми углеводородами едва ли не всю Европу.

Многие эксперты утверждали, что добыча нефти и газа из сланцевых пород в самое ближайшее время в корне изменит расстановку сил на ресурсной карте мира, ведь сланцевые залежи огромны. Они есть практически на всех континентах, а значит, в теории, любая страна сможет перейти на режим самообеспечения. Но какой ценой? Землетрясения, загрязнение подземных вод, тяжелейшие болезни у людей и животных. Это лишь небольшая часть тщательно скрывааемых побочных эффектов сланцевой революции.

#### **Заключение**

1. В современное время основной технологией добычи сланцевого газа является бурение одной вертикальной скважины и нескольких горизонтальных скважин.

2. Сланцевый газ — это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований, коллекторах, в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. К сожалению, на фоне картины истощения традиционных запасов газа сланцевый газ не сможет стать в ближайшее время достойной альтернативой природному газу, так как не соответствует современным экологическим требованиям к энергоресурсу.



3. Надо тщательно и ответственно взвешивать шансы и риски новых технологий. Но открытость новым технологиям повышает конкурентоспособность страны. Однако средства, которые компании вкладывают в разработку месторождений сланцевого газа, могли бы быть направлены на развитие возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий, которые, на наш взгляд, более рациональны в использовании.

### **Литература**

1. «Сланцевая революция» в США: внутренние и глобальные изменения на энергетических рынках // ИНЭИ РАН, Экономический журнал ВШЭ, 2013. Т. 17. № 3. С. 487–511
2. Стрижакова Ю. А., Усова Т. В. Экологические проблемы сланцеперерабатывающего производства.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

**Бурдук Ю. С., Лобач А. В.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена тема исследования геологических структур с помощью космических снимков ее суть заключается в раскрытии одного из методов геологического исследования земной поверхности с помощью космических снимков, как одного из передовых и инновационных достижений человеческой науки во всем мире.

### **Введение**

Аэрокосмические методы исследования с момента их появления в геологии всегда были и будут актуальны. Это требует перехода на новые технологии прогноза и поиска месторождений, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств значительно сократить размер перспективных площадей для постановки детальных глубинных поисковых работ. И здесь на первый план также выходят дистанционные методы геологических исследований. Особо важным обстоятельством является то, что космические съемки (КС) являются высоко экологичными [1].

При их выполнении не нарушается целостность и не происходит загрязнения исследуемых территорий. Очевидным преимуществом данных КС является: - объективность и метричность исходной информации; - обзорность, непрерывность, наглядность и требуемая детальность; - использование цифровых средств получения информации и обработка данных в среде геоинформационных систем; - естественная генерализация и повышенная глубинность; - высокая информативность, обусловленная возможностью получения данных в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения. А относительно низкая стоимость, позволяет сократить сроки и повы-

сить результативность геологоразведочных работ [2].

На космических снимках прежде и лучше всего отражены основные формы современного рельефа, которые определены в основных своих чертах позднекайнозойской (неотектонической) структурой, сформированной эндогенными процессами за последние 35-40 млн лет. Поэтому на снимках континентального уровня генерализации выделяются крупные латеральные неоднородности земной коры и литосферы с различной интенсивностью и направленностью (поднятия / опускания) новейших тектонических движений, границы которых совпадают с линеаменами. В платформенных областях, где фундамент, за исключением щитов, перекрыт чехлом осадочных отложений, а амплитуды тектонических движений и деформаций на порядок ниже, геологические структуры устанавливаются по косвенным, ландшафтно-индикационным признакам. Основными индикаторами их являются рельеф (характер расчлененности), экзогенные процессы и растительность. Денудационному рельефу, как правило, в структуре фундамента соответствуют выступы, горсты, а пониженным участкам с аккумулятивным рельефом - впадины, грабены [3].

На космических снимках более крупного масштаба и пространственного разрешения дешифрируются геологические тела, образованные стратифицированными толщами относительно выдержанного вещественного состава и однотипного характера дислоцированности (вещественно-структурные комплексы). Детальность их расчленения зависит от геолого-структурных и ландшафтно-климатических особенностей района. Наиболее высокая она в геологически открытых районах с литоморфным рельефом, где на современный денудационный срез выведены коренные породы разного возраста, и с различными противоденудационными свойствами, нашедшими отражение в рельефе: крепкие породы образуют гряды, а менее прочные - межгрядовые понижения. В геологически закрытых районах плит, где на поверхности на больших площадях распространены четвертичные отложения, возможно выделение генетических типов четвертичных отложений (флювиальных, ледниковых, делювиальных). Информативность космических снимков разная в регионах с различным геологическим и геоморфологическим строением [3].

### **Заключение**

КС нашли широкое применение при геологических исследованиях, прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых, изучении сейсмоопасных зон и активности экзогенных процессов (эрозионных, абразионных, карстово-суффозионных, склоновых обвально-оползневых), инженерно-геологических изысканиях, структурно-геоморфологических и неотектонических исследованиях, изучении шельфа, мониторинге геологической среды, в геоэкологии [3].

### **Литература**

1. Брюханов В.Н., Буш В.А., Глуховский М.З. и др. Кольцевые структуры континентов Земли. М.: Недра, 1987. – 184 с.
2. Космическая информация в геологии. М.: Наука, 1983. – 536 с.
3. Михайлов А.Е., Корчуганова Н.И., Баранов Ю.Б. Дистанционные методы в геологии. М.: Недра, 1993. – 224 с.

## РЕСУРСЫ АНТАРКТИДЫ

**Вьюгин Д. С., Ненартович Э. В.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной работе будут рассмотрены рельеф и полезные ископаемых, залежи которых обнаружены в Антарктиде. Также здесь приводятся данные по их предполагаемому количеству.

### **Введение**

Антарктида — континент, расположенный на самом юге Земли, центр Антарктиды примерно совпадает с южным географическим полюсом. Антарктиду омывают воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Площадь континента составляет около 14 107 000 км<sup>2</sup>. При этом средняя высота поверхности Антарктиды самая большая из всех континентов. Помимо полюса холода, в Антарктиде располагаются точки самой низкой относительной влажности воздуха, самого сильного и продолжительного ветра и самой интенсивной солнечной радиации.

### **Особенности рельефа Антарктиды**

99,7% поверхности материка покрыто льдом, средняя толщина которого составляет 1720 м. Подо льдами Антарктиды рельеф неоднороден: в восточной части материка выделяют 9 регионов, различающихся по периоду формирования и своей структуре. Восточная равнина имеет перепады от 300 метров ниже уровня моря до 300 м выше, Трансантарктические горы проходят через весь континент и достигают 4,5 км в высоту, немного меньший горный хребет Земли Королевы Мод тянется на 1500 км вдоль и подымается до 3000 м вверх, равнина Шмидта заняла высоту от -2400 до +500 м, Западная равнина расположилась примерно на уровне моря, дугообразный горный хребет Гамбурцева и Вернадского растянулся на 2500 км, Восточное плато примыкает к равнине Шмидта (+1500 м),

горная система принц Чарльз находится в долине МГГ и гряда Земли Эндерби достигает высоты в 3000 м.

В западной части расположились три горных системы (массив Элсуорт, горы м. Амундсена, хребет Антарктические полуострова) и равнина Бэрда, расположенная на 2555 метрах ниже уровня моря.

Ученые из НАСА показали поверхность Антарктиды, которая более 30 миллионов лет скрыта под толстым слоем льда. (Видео)

Теоретически, наиболее перспективными для добычи можно считать регионы на периферии континента – внутренняя часть Антарктиды изучена мало, а любые исследовательские работы осложняются удаленностью от берега.

### **Виды полезных ископаемых**

Первые данные о залежах минералов, руд и металлов появились еще в начале прошлого века – тогда удалось обнаружить пласты каменного угля. Проявления и признаки полезных ископаемых обнаружены более чем в 170 пунктах Антарктиды.

Из этого количества только 2 пункта в районе моря Содружества являются месторождениями: одно — железных руд, другое — каменного угля. Горючие полезные ископаемые представлены каменным углём на материке и газопроявлениями в скважинах, пробуренных на шельфе моря Росса.

Наиболее значительные скопление каменного угля, расцениваемое как месторождение, находится в Восточной Антарктиде в районе моря Содружества. Оно включает 63 пласта каменного угля на участке площадью около 200 км<sup>2</sup>, сконцентрированных в интервале толщ мощностью 800-900 м. Мощность отдельных угольных пластов 0,1-3,1 м. По предварительным оценкам, общие запасы каменного угля в месторождении могут достигать нескольких млрд. т. В Трансантарктических горах мощность угленосных толщ изменяется от нескольких десятков до сотен метров.

Газопроявления в буровых скважинах на шельфе м. Росса встречены в интервале глубин от 45 до 265 метров ниже поверхности дна и представлены следами метана, этана и этилена. На шельфе моря Уэдделла следы природного газа встречены в одной пробе донных отложений.

Концентрации железа представлены несколькими генетическими типами, из которых самые крупные скопления связаны с протеро-

зойской джеспилитовой формацией. Главная джеспилитовая залежь (месторождение) вскрыта в надледных выходах г. Принс-Чарлз на протяжении 1000 м при мощности свыше 350 м; в разрезе встречаются также менее мощные пачки джеспилитов (от долей метра до 450 м), разобшённые горизонтами пустой породы мощностью до 300 м. Аэромагнитные данные свидетельствуют о продолжении джеспилитовой залежи подо льдами по крайней мере на несколько десятков километров.

Сравнительно крупные проявления характерны для меди. Наибольший интерес представляют проявления в юго-восточной зоне Антарктического полуострова. По данным единичных анализов содержание меди в интрузивных породах не превышает 0,02%, но в наиболее интенсивно минерализованных породах возрастает до 3,0%. На западном берегу Антарктического полуострова намечается зона проявлений колчеданной и медно-молибденовой минерализации; однако проявления в этой зоне ещё плохо изучены и не охарактеризованы анализами.

Из неметаллических полезных ископаемых чаще других встречается хрусталь. Максимальные размеры кристаллов 10-20 см в длину. Как правило, кварц молочно-белый или дымчатый; полупрозрачные или слегка замутнённые кристаллы редки и не превышают по размеру 1-3 см. Мелкие прозрачные кристаллы горного хрустала отмечались также в горном обрамлении моря Уэдделла.

Так же в Антарктиде впервые обнаружили залежи кимберлита - горной породы, которая содержит алмазы. Команда исследователей обнаружила ценную породу в горах, на востоке континента. Возраст найденных пород составляет 120 миллионов лет.

Нужно отметить, что Яксли и его коллеги обнаружили в Антарктиде лишь кимберлитовые породы, а не сами алмазы. Промышленная добыча алмазов, если они будут найдены, связана с двумя проблемами. Во-первых, пока нет технологий, которые сделали бы добычу коммерчески выгодной. Во-вторых, добычу полезных ископаемых там запрещает Мадридский протокол.

### **Интересные факты**

*Глобальное потепление.* Если бы весь лед в Антарктиде растаял, уровень моря повысился бы приблизительно на 60 метров.

*Метеориты.* Один из самых интересных фактов об этом конти-

ненте – это лучшее место в мире, чтобы найти метеориты. Очевидно, метеориты, ударяющие в Антарктический ледовый щит, лучше сохранились, чем где-либо еще на Земле. Фрагменты метеорита с Марса – среди самых ценных и неожиданных открытий.

*В Антарктиде нашли живую рыбу под 740 метровым слоем льда.* Уникальное открытие сделала группа американских ученых в Антарктиде. Специалисты обнаружили под слоем антарктического льда шельфового ледника толщиной 740 м небольших рыб.

*Самое сухое место на Земле.* Один из самых интересных фактов об Антарктиде – противоречие между сухим климатом (в среднем 10 см осадков ежегодно) и количеством воды (70% воды на Земле).

### **Заключение**

Несмотря на возможность нахождения других месторождений, геологические исследования Антарктиды развиваются только в направлении определения наличия полезных ископаемых в определенных зонах. Более тщательные разведывательные миссии или промышленная добыча ископаемых на территории Южного Полюса нерентабельна, требует огромных материальных затрат, человеческих ресурсов и законодательных тяжб, т.к. правовой статус Антарктиды определяется «Договором об Антарктике» и предусматривает использование региона только в мирных и научных исследованиях, без права на территориальную принадлежность какой-либо из стран. Таким образом, любая добыча полезных ископаемых возможна только при условии международной кооперации и больших дотаций, направленных на исследовательскую работу, а не на получение прибыли от реализации найденных ископаемых.

### **Литература**

1. <http://www.fresher.ru/2013/08/10/interesnye-fakty-ob-antarktide/>
2. <http://www.mining-enc.ru/a/antarktida>
3. <http://www.infoniac.ru/news/Kak-vyglyadit-Antarktida-bezo-1-da.html>
4. <http://earth-chronicles.ru/news/2015-01-23-75650>



## КОМЕТЫ. МЕТЕОРИТЫ. АСТЕРОИДЫ

**Кухарчик С. В., Рогожкин В. В.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В этой статье рассказывается о небесных космических телах, их видах и влиянии на планету Земля.

### **Введение**

В Солнечной системе движутся многочисленные мелкие тела, самые крупные из которых по сравнению с планетами всего лишь каменные глыбы. Их открытие явилось закономерным шагом на пути познания окружающего нас мира.

*Астероид* - небесное тело, которое сформировалось из «останков» околосолнечной туманности и которое движется по своей орбите вокруг Солнца.

Более 90% астероидов находятся на орбите между Марсом и Юпитером.

«Главный пояс». Протяженность в поперечнике около 200 млн. км. Пояс движется по орбите. У больших астероидов есть дни и годы (Ида – 1 день равен 4.6 часа, 1 год – 4.8 земных), у некоторых есть спутники.

Как открыли: астрологи-математики поняли, что в расстоянии между Солнцем и планетами наблюдается арифметическая прогрессия. Но 1 не хватало (между М и Ю) и начали наблюдать за этим участком неба. В 1801 году обнаружили первый объект, в 1803, 1807 и к 1891 году был замечен 321 объект. На сегодняшний день - их более 10 тыс.

Астероиды движутся быстро (около 10-100 тыс. км/ч). Пояс должен был сформироваться в еще одну планету, но не может из-за >>> m и F гравитации Юпитера – части соединяются и разрываются, растягиваются, и, следовательно, блуждают. Блуждая, они сталкиваются на высоких скоростях и из-за удара могут менять траекто-

рию. Некоторые вылетают из солнечной системы, некоторые блуждают до столкновения. И вероятность столкновения с Землей, если взять большой период времени, равна 100%.

*Метеорит*, входя в атмосферу, из-за  $F$  трения замедляется и начинает нагреваться, может частично распаться – увеличивается площадь поверхности и увеличивается температура. Из-за этого он может взорваться в атмосфере.

Маленькие астероиды видны за несколько часов до удара.

За астероидами следят с помощью телескопов. Их размеры определяют «Транзитным методом» - на фоне звезды проходит астероид, смотрят покрытие звезд астероидом; измерив длительность снижения яркости звезды, и, зная расстояние до астероида, определяется его размер.

Легче заметить большой объект. При помощи двух телескопов следят за их передвижением:

1 – обзорный (с широким полем зрения), делает фото через заданное время, а значит, виден на фоне звезд движущийся объект;

2 - (с меньшим углом обзора). Его направляют по координатам и следят за его блеском и отражающей способностью.

Сами метеориты представляют собой обломки породы, которые появились в результате «Большого взрыва».

Метеориты по строению бывают:

- каменные (соединение кремния и силикатов),

-железные (железо с никелем),

-углеродосодержащие (сложные органические соединения).

При столкновении Метеорита с Землей образуется «кратер», размеры которого в 10-20 раз больше самого объекта. Факт – Аризонский кратер.

Ещё существуют «*кометы*» - ледяные посланцы – приносят несчастье, т.к. прилетают неоткуда и улетают в никуда (символ хаоса).

Кометы – это космические снежинки, которые состоят из замороженных газов, льда, скал и пыли. Размером они с маленький город, передвигаются по траектории.

При приближении к солнцу, из-за увеличения температуры становятся ярче и тают. Пыль и газ образуют «собственную атмосферу», которая из-за высокой скорости движения, растягивается в

хвост, длиной на млн. км.

Состав комет – первоначальная материя. Комета может иметь три хвоста:

- 1-невидимый (из водорода),
- 2- светлый (из пыли),
- 3- с голубым свечением (из плазмы).

#### *Факты*

Ученые выявили, что мы, обитатели нашей планеты, являемся 9-й формой жизни.

В 2004 году астрономы американской обсерватории «Китт Пик» обнаружили астероид, получивший предварительное название «2004MN4». В течении года они определили его характеристики и вычислили его траекторию (длинна – 500 км., астероид движется прямо к Земле со скоростью 45 тыс. км. ч. По исследованиям ученых выяснилось, что диаметр составляет 320 км., а масса более 50 миллионов тонн, размеры сопоставимы с размерами двух футбольных полей)

По предварительным данным ученые выяснили, что в апреле 2029 года астероид максимально близко пролетит около Земли на расстоянии около 36000 км, что по астрономическим меркам очень мало!

Если «Апофис» попадет в «гравитационную замочную скважину» (это участок пространства в космосе, где гравитационное поле Земли может изменить орбиту астероида) на расстоянии 30404 тыс. км. от нашей планеты, он войдет в гравитацию Земли и будет вращаться вокруг нашей планеты 7 лет. И в 2036 году астероид, мощность которого составляет приблизительно в 65 раз мощнее атомных бомб, столкнется с поверхностью Земли. При столкновении образуется кратер в 20 раз больше самого астероида, тектонический раскол будет достигать 10км. Атмосфера Земли растворится и остатки планеты охватит космический радиоактивный «климат».

На сегодняшний день ученые разработали методы, способные предотвратить катастрофу.

Так, например, российские ученые представляют свой проект под названием «Цитадель».

## **Заключение**

Чтобы выжить, человечеству придется принимать эффективные меры для защиты от космических угроз и, самое главное, на нынешнем этапе технического развития такие меры принять уже вполне возможно.

## **Литература**

1. Общий курс астрономии. Кононович Э.В., Мороз В.И. 2004. – 544с.
2. Движение небесных тел – Рябов Ю.А., Наука, 1988.
3. Разрушение ядер комет. Ксанфомалити Л.В.// УФН, 2012. т. 182, № 2.
4. Башаков А.А., Питьев Н.П., Соколов Л.Л. Особенности движения астероида 99942 Апофис. Астрономический вестник том 42, №1, Январь-Февраль 2008, С.2029.
5. В.В. Ивашкин, К.А. Стихно. Анализ проблемы коррекции орбиты астероида «Апофис».

# ТЕОРИЯ ДРЕЙФА МАТЕРИКОВ И ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

**Кушель Е. В., Янкович Е. С.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

## **Введение**

Изучая историю Земли и ее климат, геологу каждый раз придется решать сложные задачи, расшифровывая страницы каменной летописи, по крупницам собирать разрозненные факты. На первый взгляд кажется верным, что материки, на которых мы живем, достаточно стабильны, прочны и неподвижны. Однако вот уже несколько десятилетий все большее число фактов свидетельствует о том, что материки хотя и очень медленно, но перемещаются один относительно другого. Например, в далеком прошлом, в палеозойскую эру, около 300-400 млн. лет назад, Северная Америка, Западная, Восточная Европа и Сибирь находились в тропических широтах, а современные материки Южного полушария составляли единый крупный материк, названный Гондваной. Часть этого материка находилась в тропических широтах, но значительные территории располагались в высоких широтах, вокруг Южного полюса.

А как нам быть с дрейфом материков? Двигутся ли они или неподвижно стоят на своих местах? Да и почему возникло такое - дрейф материков и климат Земли? Есть ли что-нибудь у них общее? В данной работе мы хотим пролить свет на геологические процессы, происходящие на нашей планете и внутри земной коры. И по средствам нашего доклада мы хотим доказать, что всё-таки данная теория не стоит на месте и актуально по сей день.

## **Теория литосферных плит**

Согласно современной теории литосферных плит вся литосфера узкими и активными зонами — глубинными разломами — разделена на отдельные блоки, перемещающиеся в пластичном слое верхней мантии относительно друг друга со скоростью 2-3 см в год. Эти

блоки называются литосферными плитами.

Впервые предположение о горизонтальном движении блоков коры было высказано Альфредом Вегенером в 1920-х годах в рамках гипотезы «дрейфа континентов», но поддержки эта гипотеза в то время не получила. Лишь в 1960-х годах исследования дна океанов дали неоспоримые доказательства горизонтальных движений плит и процессов расширения океанов за счёт формирования (спрединга) океанической коры. Возрождение идей о преобладающей роли горизонтальных движений произошло в рамках «мобилистического» направления, развитие которого и повлекло разработку современной теории тектоники плит. Утверждается, что ученые не совсем уверены, что вызывает эти самые сдвиги и как обозначились границы тектонических плит. Существует бесчисленное множество различных теорий, но ни одна из них полностью не объясняет все аспекты тектонической активности. Давайте хотя бы узнаем как это себе представляют сейчас.

Вегенер предположил, что в раннем палеозое на Земле существовали два крупных материка — Лавразия и Гондвана.

Лавразия — это был северный материк, который включал территории современной Европы, Азии без Индии и Северной Америки. Южный материк — Гондвана объединял современные территории Южной Америки, Африки, Антарктиды, Австралии и Индостана.

Между Гондваной и Лавразией находилось первое море — Тетис, как огромный залив. Остальное пространство Земли было занято океаном Панталасса.

Около 200 млн лет назад Гондвана и Лавразия были объединены в единый континент — Пангею.

180 млн лет назад материк Пангея снова начал разделяться на составные части, которые перемешались на поверхности нашей планеты. Разделение происходило следующим образом: сначала вновь появились Лавразия и Гондвана, потом разделилась Лавразия, а затем раскололась и Гондвана. За счет раскола и расхождения частей Пангеи образовались океаны. Молодыми океанами можно считать Атлантический и Индийский; старым — Тихий. Северный Ледовитый океан обособился при увеличении суши в Северном полушарии.

А. Вегенер нашел много подтверждений существованию единого материка Земли. Особенно убедительным показалось ему суще-

ствование в Африке и в Южной Америке остатков древних животных — листозавров. Это были пресмыкающиеся, похожие на небольших гиппопотамов, обитавшие только в пресноводных водоемах. Значит, проплыть огромные расстояния по соленой морской воде они не могли. Аналогичные доказательства он нашел и в растительном мире.

### **Строение континентального рифта**

Каменная часть планеты разделена на две оболочки, существенно различающиеся по реологическим свойствам: жесткую и хрупкую литосферу и подстилающую её пластичную и подвижную астеносферу.

Подошва литосферы является изотермой приблизительно равной 1300°C, что соответствует температуре плавления (солидуса) мантийного материала при литостатическом давлении, существующем на глубинах первые сотни километров.

Литосфера разделена по плиты, постоянно движущиеся по поверхности пластичной астеносферы. Литосфера делится на 8 крупных плит, десятки средних плит и множество мелких.

Границы плит являются областями сейсмической, тектонической и магматической активности; внутренние области плит слабо сейсмичны и характеризуются слабой проявленностью эндогенных процессов. Более 90 % поверхности Земли приходится на 8 крупных литосферных плит.

### **Схема образования рифта**

Различают три типа относительных перемещений плит: расхождение (дивергенция), схождение (конвергенция) и сдвиговые перемещения.

Дивергентные границы – границы, вдоль которых происходит раздвижение плит. Геодинамическую обстановку, при которой происходит процесс горизонтального растяжения земной коры, сопровождающийся возникновением протяженных линейно вытянутых щелевых или ровообразных впадин называют рифтогенезом. Эти границы приурочены к континентальным рифтам и срединно-океанических хребтам в океанических бассейнах.

Процесс раздвижения плит в зонах океанских рифтов (срединно-океанических хребтов) сопровождается образованием новой океа-

нической коры за счёт магматических базальтовых расплав поступающих из астеносферы. Такой процесс образования новой океанической коры за счёт поступления мантийного вещества называется спрединг (от англ. spread – расстилать, развёртывать).

### **Столкновение континентальной и океанической литосферных плит**

Субдукция – процесс поддвига океанской плиты под континентальную или другую океаническую. Зоны субдукции приурочены к осевым частям глубоководных желобов, сопряжённых с островными дугами (являющихся элементами активных окраин).

При столкновении континентальной и океанической плит естественным явлением является подвиг океанической (более тяжёлой) под край континентальной; при столкновении двух океанических погружается более древняя (то есть более остывшая и плотная) из них. Зоны субдукции имеют характерное строение: их типичными элементами служат глубоководный желоб – вулканическая островная дуга – задуговой бассейн. Глубоководный желоб образуется в зоне изгиба и поддвигасубдуцирующей плиты.

Погружение субдуцирующей плиты в мантию трассируется очагами землетрясений, возникающих на контакте плит и внутри субдуцирующей плиты (более холодной и вследствие этого более хрупкой, чем окружающие мантийные породы). Эта сейсмофокальная зона получила название зона Беньофа-Заварицкого. В зонах субдукции начинается процесс формирования новой континентальной коры. Значительно более редким процессом взаимодействия континентальной и океанской плит служит процесс обдукции – надвигания части океанической литосферы на край континентальной плиты. Следует подчеркнуть, что в ходе этого процесса происходит расслоение океанской плиты, и надвигается лишь её верхняя часть – кора и несколько километров верхней мантии.

### **Столкновение континентальных литосферных плит**

При столкновении континентальных плит, кора которых более лёгкая, чем вещество мантии, и вследствие этого не способна в неё погрузиться, протекает процесс коллизии. В ходе коллизии края сталкивающихся континентальных плит дробятся, сминаются, формируются системы крупных надвигов, что приводит к росту горных



сооружений со сложным складчато-надвиговым строением. Классическим примером такого процесса служит столкновение Индостанской плиты с Евразийской, сопровождающееся ростом грандиозных горных систем Гималаев и Тибета. Процесс коллизии сменяет процесс субдукции, завершая закрытие океанического бассейна. Основной причиной движения плит служит мантийная конвекция, обусловленная мантийными теплогравитационными течениями. Источником энергии для этих течений служит разность температуры центральных областей Земли и температуры близповерхностных её частей. Таким образом, основная причина движения литосферных плит – «волочение» конвективными течениями. Кроме того, на плиты действуют ещё ряд факторов. В частности, поверхность астеносферы оказывается несколько приподнятой над зонами восходящих ветвей и более опущенной в зонах погружения, что определяет гравитационное «соскальзывание» литосферной плиты, находящейся на наклонной пластичной поверхности. Дополнительно действуют процессы затягивания тяжёлой холодной океанской литосферы в зонах субдукции в горячую, и как следствие менее плотную, астеносферу.

Поскольку большинство литосферных плит современной Земли включают в себя как океанскую, так и континентальную части, следует ожидать, что присутствие в составе плиты континента в общем случае должно «тормозить» движение всей плиты. Так оно и происходит в действительности (быстрее всего движутся почти чисто океанские плиты Тихоокеанская, Кокос и Наска; медленнее всего – Евразийская, Северо-Американская, Южно-Американская, Антарктическая и Африканская, значительную часть площади которых занимают континенты). Наконец, на конвергентных границах плит, где тяжелые и холодные края литосферных плит (слэбы) погружаются в мантию, их отрицательная плавучесть создает силу  $F_{NB}$ . Действие последней приводит к тому, что субдуцирующая часть плиты тонет в астеносфере и тянет за собой всю плиту, увеличивая тем самым скорость ее движения. Очевидно, сила  $F_{NB}$  действует эпизодически и только в определенных геодинамических обстановках, например в случаях описанного выше обрушения слэбов через раздел 670 км.

Таким образом, механизмы, приводящие в движение литосферные плиты, могут быть условно отнесены к следующим двум груп-

пам: 1) связанные с силами мантийного “волочения”, приложенными к любым точкам подошвы плит. В настоящее время в мантии Земли развивается двухъячейковая мантийная конвекция с закрытыми ячейками (согласно модели сквозьмантийной конвекции) или раздельная конвекция в верхней и нижней мантии с накоплением слэбов под зонами субдукции (согласно двухъярусной модели). Современный режим мантийной конвекции, начавшийся примерно 200 млн. лет назад распадом Пангеи и породивший современные океаны, в будущем сменится на одноячейковый режим (по модели сквозьмантийной конвекции) или (по альтернативной модели) конвекция станет сквозьмантийной за счет обрушения слэбов через раздел 670 км. Это, возможно, приведет к столкновению материков и формированию нового суперконтинента, пятого по счету в истории Земли.

### **Тектоника литосферных плит**

Тектоника литосферных плит — это первая общегеологическая концепция, которую можно было проверить.

В конце 80-х гг. завершился эксперимент по проверке движения литосферных плит. Он был основан на измерении базовых линий по отношению к далеким квазарам. Точность определения составляла первые сантиметры. Через несколько лет измерения повторялись. Была получена очень хорошая сходимость результатов, рассчитанных по магнитным аномалиям, с данными, определенными по базовым линиям.

Таким образом, тектоника литосферных плит за эти годы прошла проверку рядом независимых методов. Она признана мировым научным сообществом в качестве парадигмы геологии в настоящее время. Зная положение полюсов и скорости современного перемещения литосферных плит, скорости раздвижения и поглощения океанического дна, можно наметить путь движения континентов в будущем и представить их положение на какой-то отрезок времени.

Такой прогноз был сделан американскими геологами Р. Дитцем и Дж. Холденом. Через 50 млн. лет, по их предположениям, Атлантический и Индийский океаны разрастутся за счет Тихого, Африка сместится на север и благодаря этому постепенно ликвидируется Средиземное море. Гибралтарский пролив исчезнет, а «повернувшаяся» Испания закроет Бискайский залив. Африка будет расколота

великими африканскими разломами и восточная ее часть сместится на северо-восток. Красное море настолько расширится, что отделит Синайский полуостров от Африки, Аравия переместится на северо-восток и закроет Персидский залив. Индия все сильнее будет надвигаться на Азию, а значит, Гималайские горы будут расти. Калифорния по разлому Сан-Андреас отделится от Северной Америки, и на этом месте начнет формироваться новый океанический бассейн. Значительные изменения произойдут в южном полушарии. Австралия пересечет экватор и придет в соприкосновение с Евразией. Этот прогноз требует значительного уточнения. Многие здесь еще остаются дискуссионным и неясным.

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЛУНЫ

**Рекиш А. А., Котович А. С., Побыванец М. А.**

(научный руководитель - Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

Луна — тринадцатое по величине тело Солнечной системы — вращается вокруг Земли по слабо вытянутой эллиптической орбите, удаляясь от нее на максимальное расстояние в апогее на 405 тыс. км и приближаясь в перигее до 363 тыс. км. Средний диаметр Луны около 3486 км, что приблизительно в 3,6 раза меньше диаметра нашей планеты, а масса составляет 1/81 от ее массы. Луну отличает невысокая, по сравнению с планетами земной группы, плотность — 3,34 г/см<sup>3</sup> (для сравнения, плотность Земли — 5,52 г/см<sup>3</sup>). Период обращения Луны вокруг своей оси строго соответствует периоду обращения вокруг Земли (27 суток и 8 часов), и поэтому она повернута к нам всегда одной стороной. Только часть противоположной стороны (18%), бывает видна из-за либрации Луны. Ось ее вращения наклонена на 5,1° к плоскости орбиты. Сила тяжести на поверхности Луны в 6 раз слабее, чем на Земле. Температура здесь колеблется от -160°С в лунную полночь до + 120° С в лунный полдень. Такие резкие перепады приводят к быстрому разрушению лунных пород. Эти процессы объясняют очень пологие, сглаженные формы лунного рельефа.

### **Геология Луны**

Термин «геологическое строение» в применении к Луне означает, как и для Земли, описание распространения и соотношений геологических тел (ограниченных объемов пород) в оболочке и на поверхности Луны, а также создаваемых ими поверхностных форм. Однако основным материалом при изучении геологии Луны служат фотографии ее поверхности с орбитальных аппаратов и карты, построенные путем дешифрирования этих фотографий, которые следует называть геолого-морфологическими картами. К настоящему

моменту геология Луны изучена лучше, чем у любой другой планеты или спутника солнечной системы, не считая, конечно, Земли.

Основными структурами на Луне являются материки и моря, ударные кратеры и бассейны, вулканические образования.

### **Влияние луны на землю**

Луна и Земля настолько связаны друг с другом, что не вызывает сомнения тот факт, что если наша планета не имела бы естественного спутника, история её развития была бы абсолютно другой, а жизни на ней попросту не существовало.

Луна оказывает непосредственное влияние на земную ось, давая возможность Земле сохранять наклон в 23 градуса, благодаря которому на нашей планете образовались подходящие условия для жизни. Это даёт нам возможность видеть день и ночь приблизительно одинаковый период времени на протяжении суток.

### **Исследование луны**

Первоначально единственным методом изучения Луны человеком был визуальный метод. Изобретение Галилеем телескопа в 1609 году позволило добиться значительного прогресса в исследовании Луны при помощи оптических приборов. Сам Галилей использовал свой телескоп для исследования гор и кратеров на лунной поверхности. Исследования спутника Земли с использованием космических аппаратов началось 13 сентября 1959 года когда была запущена автоматическая станция «Луна-1», и осуществила посадку советская автоматическая станция «Луна-2» на поверхность спутника. В 1969 году состоялась высадка человека на Луну, началось изучение спутника с его поверхности.

В настоящее время, несколько космических держав имеют планы по возобновлению пилотируемых полётов на поверхность Луны и созданию лунных баз.

### **Основные этапы и последовательность освоения Луны**

Обобщая многие предложения поэтапности исследования и освоения Луны с учетом изложенных выше целей и задач, программа исследования и освоения Луны может включать четыре основных этапа:

- первый — подготовительный, включает: исследование Луны

автоматическими КА, создание транспортной космической системы (ТКС) для доставки людей и грузов по маршруту Земля — Луна — Земля и серию пилотируемых экспедиций на окололунную орбиту и поверхность Луны;

- второй — строительство обитаемой лунной базы минимальной конфигурации, создание необходимой инфраструктуры для производства компонентов систем жизнеобеспечения для обеспечения постоянного присутствия людей на Луне, создание научных и экспериментальных производственных комплексов;

- третий — расширение лунной базы, создание замкнутой, полностью из лунных ресурсов, системы жизнеобеспечения, создание комплексов по производству компонентов ракетного топлива, металлов, строительных материалов и других элементов из лунных ресурсов, переход транспортной космической системы на заправку топливом, полученным из лунных материалов;

- четвертый — переход к развитому производству на Луне, вплоть до самообеспечения.

### **Заключение**

До сих пор остаются неясными состав и происхождение таких широко распространенных на поверхности Луны образований, как формация Кейли. Так же Луна хранит в себе много секретов. Все это оставляет на будущее достаточно широкое поле исследований.

### **Литература**

1. «Луна», Ю.Франц, ГИ. М-П.1923 г.
2. «Об основных вопросах истории поверхности Луны», А.В.Хабаров, ГИГЛ.1949.
3. «Вулканизм и тектоника Луны» Наука», 1974, Монография.
4. «Лунные породы», Б.Мэйсон, У.Мэлсон, Мир. М.1973.

## ЗОЛОТО КАК МИНЕРАЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО

**Сидорова Е. И., Мельник А. С.**

(научный руководитель - Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** Золото - металл желтого цвета. Это инертный химический элемент, не подверженный воздействию воздуха и воды, поэтому золото не ржавеет и не тускнеет. В отличие от большинства металлов, золото в природе встречается в чистом виде. Иногда его крохотные зернышки находят среди песка и гравия, но чаще всего - в виде жил в каменной породе. Люди ценят золото с древнейших времен, потому что оно имеет красивый внешний вид, никогда не тускнеет и легко поддается обработке.

### **Введение**

Золото - элемент 11 группы, шестого периода периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, с атомным номером 79. Обозначается символом Au (лат. Aurum). Простое вещество золото - благородный металл желтого цвета.

Основную часть золота - около 2000 т в год - добывают на золотых приисках. После измельчения породы металл извлекают одним из нескольких методов, чаще всего цианированием. К смеси измельченной породы с водой добавляют цианистый натрий, растворяющий золото. Затем в отфильтрованный раствор добавляют порошок цинка. Цинк растворяется, а золото выпадает в виде тончайшей взвеси.

### **Геохимические особенности золота**

Золото представляет собой благородный, весьма ковкий и тягучий металл желтого, красно-желтого и зеленовато-желтого цвета, удельный вес которого равен 19,6, т.е. он почти в 20 раз тяжелее воды. Не окисляется, но хорошо растворяется в «царской водке» (смесь соляной и азотной кислот) и цианистых растворах. Хорошо амальгамируется, т.е. входит в механическое соединение с ртутью.

В отличие от серного колчедана (пирита) и медного колчедана (халькопирита), которые также обладают желтым цветом, золото в рудах не имеет ясно выраженных кристаллов, а обычно находится в сростках с другими минералами. В кварце оно нередко встречается в виде зерен и пластиночек [1].

Золото не теряет своего цвета при поворачивании образца в любом положении, в то время как цвет пирита сменяется с желтого на серый. Пирит и халькопирит под действием острого ножичка крошатся, а золото оставляет на себе черточки и бороздки. Под действием серной кислоты халькопирит краснеет, пирит чернеет, а золото совершенно не меняет окраски. На фарфоровой шероховатой пластинке черта от пирита получается черная, от халькопирита зеленовато-черная, а от золота желтая. Пирит в порошке имеет темно-серый цвет.

В россыпях золото встречается в виде окатанных зерен крючковатых и проволочковидных форм. Наряду с мелкими зернами, золото в россыпях обнаруживается в виде самородков, достигающих больших размеров (одного и более килограммов).

Золото по размерам золотин делится на три основные группы:

1. Тонкодисперсное (мкм):

- коллоидно-дисперсное - менее 0,1;
- ультратонкодисперсное - 0,1-1;
- дисперсное - 1-10.

2. Видимое (мм):

- пылевидное - 0,01-0,05;
- очень мелкое - 0,05-0,1 мм;
- мелкое - 0,1-0,9;
- средней крупности - 1-2;
- крупное - 2-4;
- весьма крупное - более 4 мм.

3. Самородки (г):

- мелкие - 5-10;
- средние - 10-99;
- крупные - 100-999;
- весьма крупные - 1-10 кг;
- гигантские - более 10 кг.

Самородки, имеющие массу более 1 кг, - музейная редкость, более 10 кг - уникальные находки [3].



## **Месторождения золота**

Золото в природе встречается как в месторождениях чисто золоторудных, так и в комплексе со многими другими родственными ему в геологическом отношении цветными металлами.

Основными типами месторождений золота являются:

- контактово-метасоматические;
- жильные;
- низкотемпературные месторождения золота;
- штокверковые;
- россыпные.

**Контактово-метасоматические месторождения.** Уже давно известно несколько таких месторождений, представляющих собой залежи сульфидов в контактах известняков с гранитоидами.

**Жильные месторождения.** Разделяются в зависимости от глубины их образования от поверхности земли на высокотемпературные, среднетемпературные и низкотемпературные. Основным поисковым признаком этого типа золоторудных месторождений является наличие россыпных месторождений золота в том или ином районе.

К среднетемпературным месторождениям, относятся также золотополиметаллические месторождения. В этом случае золото в них присутствует как комплексный компонент наряду с главными металлами: свинцом, цинком, серебром.

**Низкотемпературные месторождения золота.** В отличие от описанных указанные месторождения располагаются в основном во впадинах и залегают в меловых и юрских осадочных образованиях, песчаниках, конгломератах и аргиллитах. Указанные жилы выполняют мощные трещины и зоны разломов и представлены в основном халцедоновидным кварцем (различных генераций) с каолином и карбонатом и с малым количеством сульфидов, представленных пиритом, антимонитом, арсенопиритом и реже пираргиритом. Золото в указанных месторождениях тонкодисперсное, низкопробное, зеленоватого цвета и редко распознается невооруженным глазом.

**Штокверковые месторождения.** Когда золото связано с кварцем или сульфидами, рассеянными в мощных трещиноватых зонах в форме серии тонких прожилков различных направлений или в форме тонкой вкрапленности в породе, такие месторождения называются штокверковыми. Они могут быть представлены как высоко,

так и низкотемпературными минералами. Штокверковые месторождения обычно имеют большие размеры, мощность десятки метров и протяженность несколько километров. Указанные месторождения даже при сравнительно низких содержаниях золота рентабельны для отработки, так как можно организовать открытую добычу.

### **Заключение**

Тысячелетиями золото использовалось для производства ювелирных украшений и монет, а применение золота для зубопротезирования известно еще древним египтянам. Применение золота в стекольной промышленности известно с конца XVII в. Золотую фольгу, а позднее гальванопокрытия золотом широко применяли для золочения куполов церковных храмов. Лишь последние 40 – 45 лет можно отнести к периоду чисто технического применения золота. Золото обладает уникальным комплексом свойств, которого не имеет ни какой другой металл. Оно обладает самой высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, по электро – и теплопроводности уступает лишь серебру и меди, ядро золота имеет большое сечение захвата нейтронов, способность золота к отражению инфракрасных лучей близка к 100%, в сплавах оно обладает каталитическими свойствами. Золото очень технологично, из него легко изготавливают сверхтонкую фольгу и микронную проволоку. Покрытия золотом легко наносят на металлы и керамику. Золото хорошо паяется и сваривается под давлением. Такая совокупность полезных свойств послужила причиной широкого использования золота в важнейших современных отраслях техники: электронике, технике связи, космической и авиационной технике, химии [2, 3].

### **Литература**

1. Ермолов В.А. Попова Г.Б. Мосейкин В.В. Ларичев Л.Н. Харитоненко Г.Н. Месторождения полезных ископаемых: Учеб. для вузов/ Под ред. В.А. Ермолова. - 3-е изд., стер. - М.: Издательство МГГУ, 2007. - 570 с.
2. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. М., МГУ, 2004
3. Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В. Основы геологии: Учеб. для вузов / Под ред. В.А. Ермолова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГГУ, 2008. - 598 с.

## **ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Шараев А. С., Антанович В. В.**

(научный руководитель - Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

Беларусь располагает достаточными ресурсами возобновляемых пресных поверхностных и подземных вод для удовлетворения как текущих, так и ожидаемых в перспективе потребностей в воде. В средний по водности год ресурсы речных вод в Республике Беларусь составляют 57,9 км<sup>3</sup>, а естественные ресурсы пресных подземных вод - 15,9 км<sup>3</sup>, в то время как отбор вод на бытовые и хозяйственные нужды не превышает 5-7% от ежегодно возобновляемых водных ресурсов. Кроме того, более половины от объема забираемой воды после очистки повторно сбрасывается в водные объекты.

К настоящему времени интенсивная хозяйственная деятельность на территории республики уже привела к серьезной деградации ее водного фонда. Почти повсеместно сохраняется тенденция ухудшения качества поверхностных и грунтовых вод, учащаются случаи техногенного загрязнения глубоких водоносных горизонтов. В результате крупномасштабных осушительных работ резко изменился водный режим многих малых рек.

Вследствие неравномерного распределения водных ресурсов на территории республики в пределах многих промышленных районов имеет место высокая степень использования эксплуатационных запасов подземных вод. Практически полностью используются запасы подземных вод (75-125%) в Минском, Узденском, Несвижском, Пружанском, Каменецком, Поставском и Кричевском районах, а в Чашницком, Кормянском, Любанском и Климовичском районах превышение эксплуатационных запасов составляет 130-150%.

Подземные воды более чем в 70% разведанных месторождений Республики Беларусь не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству природных вод, обладают высокой коррозионной активностью и поэтому без предварительной очистки и стабилизационной обработки не могут быть использованы для целей питьевого водоснабжения.

Существенное влияние на качество подземных и поверхностных вод в республике оказывают крупные животноводческие комплексы по выращиванию крупного рогатого скота и откорму свиней.

На территориях, прилегающих к крупным комплексам, отмечается повреждение деревьев, закисление почв. Повышение кислотности почв увеличивает миграционную способность тяжелых металлов и способствует загрязнению ими подземных вод.

Подземные воды эксплуатируются в основном неглубоко залегающие (50-200 м) водоносные горизонты, имеющие тесную гидравлическую связь с вышележащими горизонтами подземных вод и поверхностными водотоками.

На территории республики разведано 243 месторождения и участка подземных вод, по которым утверждены запасы подземных вод в количестве 6643,72 тыс. м<sup>3</sup>/сут. На базе утвержденных запасов работает 132 групповых водозабора для водоснабжения 73 городов, промышленных центров и крупных населенных пунктов. Суммарный водоотбор из подземных источников по этим водозаборам составляет 1857,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Общий водоотбор подземных вод по республике (с учетом водоотбора из неутвержденных запасов) составляет 2992,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Таким образом, степень использования разведанных эксплуатационных запасов в целом в республике не более 28%.

Опыт эксплуатации и материалы режимных наблюдений на эксплуатируемых месторождениях свидетельствует, что в большинстве случаев реальная схема фильтрации подземных вод не соответствует принятой при оценке эксплуатационных запасов и при условии соблюдения экологических и технологических требований, как правило, возможен прирост эксплуатационных запасов.

### **Заключение**

Таким образом, по запасам подземных вод Республика Беларусь может достаточно оптимистично смотреть в будущее, основная за-

дача – обеспечить правильную эксплуатацию разведанных месторождений и предотвратить их возможное загрязнение.

### **Литература**

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование водных ресурсов — Екатеринбург: «Виктор», 1994., 320 с.
2. Карловский В.Ф. Влияние мелиорации земель на окружающую среду. В кн. Мелиорация и охрана окружающей среды. Сборник научных трудов. — Минск: БелНИИМирВХ, 1989. 212. с.
3. Материалы сети Internet.



## **РАЗДЕЛ 2**

# **СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ**





**ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ  
БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ И АНКЕРНЫХ СИСТЕМ  
GEOIZOL-MP ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОАО  
«ГАЗПРОМ» В Г.МИНСКЕ**

**Ковенко В. Н.**

(научный руководитель-Архангельская Т.М.)  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье изложена технология устройства буроинъекционных свай и анкерных систем GEOIZOL-MP, которые могут применяться для устройства свайных фундаментов в условиях ограниченных габаритов.

**Введение**

В последние годы наметилась тенденция увеличения буроинъекционных работ в геотехнике Беларуси благодаря их рентабельности, большим возможностям при решении ответственных и сложных геотехнических проблем.

В современных условиях наибольший объем геотехнических работ с использованием буронабивных, буроинъекционных свай и анкеров в Республике Беларусь приходится на реконструкцию различного рода сооружений и строительство новых. Опыт применения был реализован на объекте строительства многофункционального комплекса ОАО «Газпром» в г.Минске (рис.1).

Непосредственно перед установкой анкеров, устраивались опытные (рис.2), которые прошли все этапы проверки, после чего можно было приступить к основным работам.



**Рисунок 1. - Свайное поле**



**Рисунок 2. - Устройство опытных анкеров**

Перед началом проходки скважины в соответствующих точках через бетонные полы выполняют сверление отверстий алмазной коронкой. После этого на помосте укладывают необходимые детали анкерной тяги (рис.3).



**Рисунок 3. - Анкерная тяга**

На ее первую секцию навинчивается буровая коронка, а на следующие – соединительные муфты-гайки. Конец последней секции защищается от повреждения клейкой лентой или пеньковой обмоткой. Лафет буровой установки на месте проходки скважины выставляют по оси с заданным наклоном. К верхней секции анкерной тяги устанавливаются шланговые соединения от растворонасоса. В смесителе готовят цементный раствор. В нашем случае на 100 л воды расход цемента составил 50 кг. Перед закачкой раствор заливают в растворонасос. Верхняя секция анкерной тяги прочно вкручивается в промывочную муфту на хвостовике бурового станка. При подаче лафета нижняя секция анкерной тяги с буровой головкой в торце устанавливается в точке проходки скважины с нужным наклоном в проектное направление. Включается растворонасос. Затем редуктор вращения. За счет размыва грунта при помощи закачиваемого через сопла бурового раствора вращаемая тяга погружается на проектную глубину.

После проходки скважины по длине очередных секций полый штанги анкерную тягу захватывают зажимным устройством и извлекают из промывочной муфты путем изменения вращения. Опрессовочный раствор закачивается до тех пор, пока он в чистом виде не начнет выходить через устье скважины. При наборе цементным раствором прочности не менее 70% от проектной, сваи подлежат испытаниям.



**Рисунок 4. - Устройство анкеров**

Весь процесс выполнения элемента происходит на одном технологическом этапе. Штанга одновременно является буровым и инъекционным инструментом (рис.4). Цементная смесь, проникая в структуру грунта, стабилизирует стены скважины, устраняя необходимость применения обсадных труб.



**Рисунок 5. - Общий вид площадки**

## **Заключение**

Буроинъекционные сваи и анкерные системы GEOIZOL-MP имеют следующие преимущества:

- максимальное сцепление с грунтом и минимальное смещение оголовка сваи под рабочими нагрузками за счет неровной поверхности сваи;

- высокая производительность и низкая стоимость работ за счет одновременного инъектирования и бурения, возможности не использовать обсадные трубы, а так же минимизация состава необходимых земляных работ;

- возможность применения в различных грунтах, исключение составляют набухающие, просадочные, заторфованные, обладающие текучей консистенцией;

- способность выдержать различные нагрузки: на сжатие, на растяжение, на изгиб;

- возможность проведения работ с минимальным влиянием на окружающую среду благодаря отсутствию вибраций;

- экономия на подготовке к работам, возможность устройства анкеров и свай в условиях ограниченного пространства, благодаря малогабаритной технике и использование навесного оборудования.

## **Литература**

1. <http://www.geoizol.ru/>
2. Далматов, Б.И. Основания и фундаменты/Б.И.Далматов-Санкт-Петербург, Изд.АСВ, 2002. - 254 с.
3. Никитенко, М.И. Некоторые проблемы свайных фундаментов в геотехнической практике Беларуси/М.И.Никитенко, В.Ю.Журавский//Строительная наука и техника.-Минск, 2008 №4(9). - С. 44-51.

## **СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕЛКОГО ПЕСКА СДВИГУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОЦЕНТНОГО КОЛИЧЕСТВА В НЕМ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ**

**Лапатин П. В.**

(научный руководитель – Кравцов В.Н.)

РУП «Институт «БелНИИС»

Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье приведены результаты лабораторных исследований по определению влияния крупных включений (армирующих элементов) в мелком песке на его угол внутреннего трения.

### **Введение**

В настоящее время в практике фундаментостроения Республики Беларусь широкое распространение получила технология упрочнения грунтовых оснований пониженной прочности способом вертикального армирования грунта (далее - «ВА»). На сегодняшний день она экономичнее и индустриальнее устройства фундаментов глубокого заложения, а так же виброударных технологий, применяемых в строительстве (замена слабого слоя с последующей виброукаткой, трамбовка и т.д) [1-2].

Метод ВА позволяет упрочнять основания плитных фундаментов до наперед заданных требуемых свойств грунтов ( $E$ ,  $\varphi$ ,  $c$ ), с использованием дешевых материалов: как готовых сборных элементов из свай (забивных), так и набивных, в т.ч из местных материалов (щебень, крупный песок, грунтобетон), укладываемых в предварительно-разбуриваемые, раскатываемые или проколотые скважины. Для повышения точности расчета физико-механических характеристик проектируемых ВА выполнен комплекс соответствующих исследований по изучению особенностей упрочнения песчаных грунтов пониженной прочности с использованием набивных и забивных свай уплотнения. Одними из исследований являлись лабораторные испытания по определению влияния крупных включений на угол внутреннего трения мелкого песка.

## Методика исследований и результаты

Исследования влияния процентного соотношения крупных включений в мелком песке на его угол внутреннего трения выполнены путем испытания образцов в условиях одноплоскостного среза на приборе ГПП-30 по стандартной методике ГОСТ 12248-2010 [3]. В процессе подготовки был составлен план однофакторного эксперимента (фактором являлось процентное содержание крупных включений), результаты которого затем были обработаны методами математической статистики [4]. Эксперимент состоял из четырех опытов, в которых испытывались образцы мелкого песка без и с армированием в процентном отношении от 8 до 30 %.

Для сопоставимости результатов испытаний образцы создавались с заданными наперед характеристиками: грунт – песок мелкий; плотность  $\rho_0=1.70$  г/см<sup>3</sup>, влажность  $\omega_0=7\%$ . Затем в образцы для опытов 2-4 погружались армирующие элементы диаметром 15 мм, путем их вдавливания в предварительно созданные небольшие отверстия диаметром 8 мм.

При создании образцов определялись необходимые массы компонентов: грунта, воды, армоэлементов, исходя из следующих формул:

- масса высушенного грунта в кольце (без армирования):

$$m_{н.без} = V_{кол} \cdot \rho_0 / (1 + \omega_0), \quad (1)$$

где  $V_{кол}$  – объем кольца для испытания образца, равный 140 см<sup>3</sup>;

- масса высушенного грунта и армоэлементов соответственно:

$$m_{н.ар} = V_{кол} \cdot (1 - a) \cdot \rho_0 / (1 + \omega_0) \quad (2)$$

$$m_{ар} = \frac{a \cdot V_{кол} \cdot \rho_{ар}}{(1 + \omega_0)}, \quad (3)$$

где  $\rho_{ар}$  – плотности армоэлементов, г/см<sup>3</sup>;

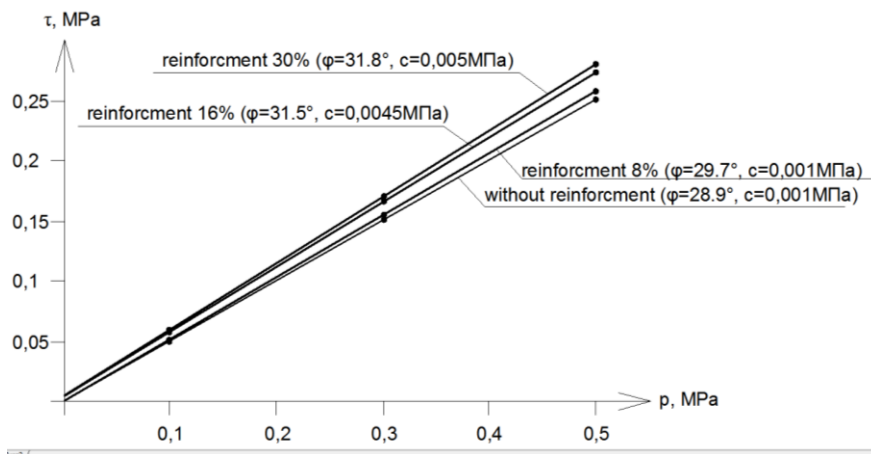
$a$  – процент армирования грунта твердыми включениями.

Образцы испытываемого грунта представлены на рисунке 1.

После проведения эксперимента для каждой серии опытов были построены графики зависимости предельного касательного напряжения от нормального давления. Их осредненные значения для опытов с различным процентом армирования приведены на рисунке 2.



**Рисунок 1. - Общий вид образцов песчаного грунта для сдвиговых испытаний с различным процентом их армирования (8 — 30%)**



**Рисунок 2. – Осредненные графики зависимости предельного касательного напряжения в образце от нормального давления**

План однофакторного эксперимента и его результаты приведены в таблице 1.

Полученные результаты исследований в дальнейшем будут проверяться в условиях натуральных испытаний. На их базе будут уточнены существующие расчетные методики по определению физико-механических характеристик ВА, а так же будет определен оптимальный процент армирования мелкого песка сваями уплотнения.



Таблица 1. – План факторного эксперимента по исследованию влияния процента армирования грунта на его угол внутреннего трения

№ Опыта	Фактор	Отклик (Угол внутреннего трения)						Коэффициент вариации
	X1	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Yn	
1	0%	29	28.8	29.3	28.5	28.7	28.86	0.30
2	8%	30	29.5	29.6	29.4	30.2	29.74	0.34
3	16%	31.1	31.3	31.7	31.7	31.6	31.48	0.27
4	30%	31.5	32	31.8	31.5	32	31.76	0.25

Коэффициент Стьюдента для выборки из 5 повторений для доверительной вероятности 95% равен 2,13, в этом случае показатель точности его среднего значения равен: для 1-го опыта - 0,29; 2-го опыта – 0,33; 3-го опыта - 0,26; 4-го опыта составили - 0,24

### Заключение

Проведенные исследования показывают, что рост угла внутреннего трения в песчаных грунтах происходит до определенного значения процентного количества в нем твердых включений, равного примерно в песке мелком 16-20%.

### Литература

1. Сеськов, В.Е. Упрочнение оснований методом вертикального армирования грунтобетонными микросваями в пробитых скважинах/ В.Е. Сеськов, В.Н. Кравцов, С.А. Якуненко // Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: Сб. трудов межд. конф. редкол.: Р.А. Мангушев (отв. ред.) [и др.]. – СПб: СПбГАСУ, 2010. – с.295-300.
2. Кравцов, В.Н. Проектирование вертикально армированных оснований плитных фундаментов / В.Н. Кравцов // Труды международной конференции по геотехнике «Геотехника Беларуси: Наука и практика». – Минск: БНТУ, 2013. – 9стр.
3. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости : ГОСТ 12248-2010. – Введ. 01.11.2013. – Минск: БелГИСС, НИИОСП, 2013. – 84 с.
4. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. - М: Метал., 1969. - 155с.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

**Немеровец О. В., Мaziцкая Е. А.**

(научный руководитель – Анисимов Ю. В.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Динамичное развитие строительной отрасли, точечная застройка в крупных городах требуют использования новых высокотехнологичных методов в области подземных строительных работ. Одним из таких методов является струйная цементация (jet grouting). Этот метод был изобретен и освоен за рубежом в конце XX века. В Республике Беларусь данная технология стала востребованной относительно недавно.

Идея такого способа укрепления грунта оказалась настолько полезной и практичной в применении, что за последние десять лет мы можем наблюдать распространение этой технологии практически по всему миру, позволяя прибегать к новым и более эффективным способам решения укоренившихся проблем в области подземного строительства, так, например, применяя противодиффузионные завесы для обводненных грунтов.

Также, в отличие от других технологий в этом направлении, струйная цементация грунтов позволяет легко выравнивать прочность и деформационные свойства грунтов. По сравнению с традиционными технологиями инъекционного закрепления грунтов струйная цементация позволяет укреплять практически весь диапазон грунтов – от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов.

Применение технологии Jet grouting обширно, она используются в следующих направлениях:

- ограждение котлованов и создание подпорных стенок;
- усиление фундаментов разных типов;
- выравнивание грунтов внедрением армирующих элементов;
- вертикальные или горизонтальные противодиффузионные завесы постоянного и временного назначения;

- сооружение буронабивных свай.

Почему так широко используется эта технология? Рассмотрим плюсы данного метода по сравнению с другими технологиями. Преимущества технологии Jet grouting:

- компактность буровой установки позволяет работать в стеснённых условиях;
- высокотехнологичное оборудование обеспечивает высокую производительность грунтоцементных свай;
- отсутствие динамических колебаний исключает угрозу для близлежащих строений и грунтовых массивов;
- важный плюс в том, что благодаря маленькому диаметру лидерной скважины можно позволить при усилении фундамента выполнить сваи диаметром 300-2500 мм через отверстие диаметром всего 112 мм.

### **Технология выполнения работ.**

На первом этапе происходит бурение скважины вращательным методом до проектной отметки. Второй этап – в процессе обратного хода производят подъем колонны с одновременным ее вращением. При этом поднимают давление цементного раствора, который поступает в сопла монитора, создающие струю с высокой кинетической энергией. И конечный, третий этап – армирование не застывшей грунтобетонной сваи. После затвердевания грунтоцементной смеси образуется грунтобетон, обладающий более высокими, по сравнению с исходным грунтом, противofiltrационными, прочностными и деформационными характеристиками.

Существует три основных разновидности технологии:

#### *Однокомпонентная технология (Jet1).*

В этом случае разрушение грунта производят струей цементного раствора. Давление нагнетания раствора составляет 400-500 атм. Ее преимущества – простота и минимизация затрат. Из оборудования используется только насосная и смесительная станции и специальный буровой инструмент, однако диаметр получаемых свай также является наименьшим по сравнению с другими вариантами технологии.

#### *Двухкомпонентная технология (Jet2).*

В этом варианте для увеличения длины водоцементной струи используют энергию сжатого воздуха. Для раздельной подачи в мо-

нитель цементного раствора и сжатого воздуха применяют двойные полые штанги. По внутренним штангам подают цементный раствор, а по внешним – сжатый воздух. Диаметр свай, получаемых по этой технологии, в глинах достигает 1200 мм, а в песках – 1500 мм. К оборудованию необходимому для предыдущей технологии добавляется компрессор и специальные шланги.

#### *Трехкомпонентная технология (Jet3).*

Этот вариант отличается от предыдущих тем, что водовоздушная струя используется исключительно для размыва грунта и образования в нем полостей, которые в последствии заполняются цементным раствором. Преимуществом данного варианта является получение колонн из чистого цементного раствора. К недостаткам следует отнести сложность технологической схемы, требующей применения тройных штанг, а также дополнительного технологического оборудования. При правильном подборе технологических параметров можно получить сваи диаметром 2500 мм. Применяют специальные трехканальные буровые штанги. Кроме этого должны присутствовать компрессор и насосы для раздельной подачи воздуха и воды.

С помощью технологии Jet grouting выполнено много укреплений фундамента, сложных реконструкций зданий, рассмотрим наиболее интересные.

#### *Строительство технологической площадки в акватории Камского водохранилища.*

При инженерно-геологических исследованиях было выявлено, что верхний пласт грунта – ил супесчаный, мощностью 0,5-0,7 м, второй пласт - торф сильно разложившийся, водонасыщенный; мощность пласта – от 0,5 до 4,5 м. Участок затапливается водами Камского водохранилища в периоды его наиболее высоких уровней. Обеспечение технологических требований по размещению бурового оборудования на площадке с такими геологическими характеристиками без выполнения мероприятий по искусственному улучшению грунтов практически невозможно. Для обеспечения приемлемых величин и сроков уплотнения торфов, залегающих в основании искусственного острова, исходя из опыта работы с подобным типом был предложен метод закрепления грунтов основания путем струйной цементации грунтов (англ. Jet grouting) по двухкомпонентной

схеме «Jet-2». Конструктивное закрепление выполняется в виде устройства геомассива, состоящего из грунта естественного сложения и армирующих элементов, расположенных по сетке шагом 1,8x1,8 м. Преимуществом предлагаемого метода является достаточная оперативность его реализации. Основной отряд строительных машин автономен, без дополнительных источников электроэнергии.

*Реконструкция здания цирка в г.Минске.*

При реконструкции цирка в г. Минске на берегу р. Свислочь потребовалось выполнить заглубленный объем под магазин сменных арен. Геотехнические условия оказались сложными – отметка дна котлована для устройства заглубленного объема располагалась на 3,44 м ниже уровня подземной воды и подошв существующих фундаментов, а основание сложено песчаными грунтами с большими коэффициентами фильтрации. Устройство водопонижения в таких условиях неизбежно вызвало бы значительные деформации фундаментов и существующих конструкций здания цирка. Использование крупногабаритной техники внутри здания было невозможно. В связи с этим был разработан проект создания противодиффузионной ванны. Стены и днище ее предполагалось выполнить из пересекающихся свай и цилиндрических элементов, выполняемых в обводненном грунте по технологии высоконапорной инъекции с помощью малогабаритного оборудования “JetGrouting”. Диаметр свай ограждения ванны и примыкающего котлована составлял 800 мм, длина соответственно 9,25 и 4,0 м.

Метод струйной цементации исключает необходимость использования тяжелой техники, оказывающей динамические нагрузки на соседние грунты и сооружения. Благодаря последнему «Jet grouting» применим в отношении аварийных и реконструируемых зданий, позволяя с осторожностью усиливать их фундаменты.

На основании испытаний было выяснено, что метод струйной цементации увеличивает модуль деформации укрепленных грунтов в 2-3 раза. Предельное сопротивление грунта в данном случае увеличивается в 2,5-3,5 раза, а несущая способность свай (36 тонн) достигает значения от 72 до 78 тонн.

## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЛЫВУНАМИ

**Путраш. Д. В., Климович А. В.**

(научный руководитель – Уласик Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье изложены основные положения касательно плывунных грунтов а также рассматриваются методы борьбы с ними.

### **Введение**

Плывуны – это насыщенные водой грунты, при вскрытии приобретающие свойства вязкой жидкости.

Они представляют собой большую опасность при выполнении строительных работ. Если плывуны вскрываются подземными выработками, то они сравнительно быстро заполняют её, а вышележащие массы начинают сдвигаться и тоже приходят в движение.

Переход грунтов в плывунное состояние возможен при одновременном сочетании следующих четырех факторов:

- благоприятные условия залегания пород;
- наличие разностей напоров подземных вод;
- определенный состав пород;
- определенное состояние рыхлых пород.

Под благоприятными условиями залегания следует понимать обнаженность пород, вскрытых горными выработками, буровыми скважинами или какими-нибудь естественными процессам например, размывом. Если плывуны залегают глубоко и не вскрываются, то плывунность пород не проявляется. Наличие разности напоров подземных вод также может служить причиной перехода грунтов в плывунное состояние.

Все плывуны подразделяют на истинные и ложные.

Истинные плывуны состоят из рыхлых горных пород - глинистых песков, супесей, суглинков, глины. Они переходят в плывунное состояние не только под воздействием гидродинамического давления, но, главным образом, из-за наличия в их составе мине-

ральных и органических коллоидов.

Ложные или псевдоплывуны представляют собой преимущественно среднезернистые или тонкозернистые пески. Переход их в плывунное состояние происходит под влиянием гидродинамического давления потока подземных вод.

В случае необходимости строительства на участках распространения плывунов необходимо учитывать следующее:

1. На какой глубине залегают плывуны;
2. Форму залегания и мощность плывунных пород;
3. Геоморфологические условия.
4. Состав и состояние пород, вмещающих плывуны;
5. Состав и физико-механические свойства плывунных грунтов;
6. Глубину залегания, уровень подземных вод, направление уклона поверхностных, подземных вод.

Способы борьбы с плывунами выбираются в зависимости от типа плывунов, их мощности, гидрогеологических условий и от характера возводимого сооружения.

Применяют следующие способы борьбы с плывунами:

- водопонизительные скважины
- установку забивных фильтров;
- установку иглофильтров;
- электроосушение;
- использование шпунтовых ограждений;
- замораживание;
- силикатизацию.

#### *Водопонизительные скважины*

Скважины оборудуются специальными погружными насосами, помещаемыми внутри них. Карьер окружается системой подобных скважин, в которых периодически откачивают воду. Откачка вызывает образование вокруг скважин депрессионных воронок, которые, объединяясь, влекут за собой общее понижение уровня грунтовых вод в пределах карьеров.

#### *Иглофильтровые установки*

Этот способ основан на создании и поддержании вакуума самовсасывающими насосами в широко разветвленной сети иглофильтров, погруженных в грунт и соединенных резиновыми шлангами с коллектором. Грунтовая вода засасывается через фильтры во всасы-

вающий коллектор и откачивается насосами за пределы осушаемой площади.

Иглофильтр представляет собой колонну труб герметично соединенных. В нижней части колонны имеется фильтровое звено, состоящее из двух труб: наружной, имеющей по всей поверхности равномерно распределенные отверстия, и внутренней, с открытым нижним концом. Наружная труба обматывается спиралью, поверх которой натягивается фильтрационная сетка. Каждый иглофильтр погружают в грунт с помощью гидроподмыва, используя давление струи воды.

#### *Электроосушение*

Способ электроосушения основан на свойстве передвижения воды в глинистом грунте под действием постоянного электрического тока (электроосмос).

Для этого по периметру котлована устанавливают иглофильтры-катоды, соединенные с отрицательным полюсом источника постоянного электрического тока, и трубы-аноды соединенные с положительным полюсом.

При пропускании тока вода, заключенная в порах грунта, передвигается от анода к катоду. При откачке воды из котлованов уровень напора в массиве грунта снижается.

#### *Шпунтовые ограждения*

Шпунтовое крепление применяют при вскрытии плавунцов котлованами и траншеями. Для этого вокруг будущей выемки железобетонные или металлические шпунты, образующие сплошной «Забор» глубиной иногда более 20 м, защищающий выемку от плавуна. Сваи забивают, несколько углубляя их в водоупор, чтобы не происходило подплывания породы в котлован под шпунтовый ряд.

#### *Искусственное замораживание*

Способ искусственного замораживания применяется для придания временной прочности плавунным грунтам. Для замораживания бурят скважины, в которые нагнетают чаще всего охлажденный раствор хлористого кальция. В результате круг скважины создается зона охлаждения пород с температурой -20 до -40°C. Этот метод позволяет закреплять грунты различных пород а также создает мощную стену не требующую крепления. Однако этот метод применяется для временного закрепления грунта.



### *Силикатизация*

Применяется для закрепления песков, в том числе и пылеватых, пльвунов и лессовидных грунтов. Сухие и водонасыщенные песчаные грунты закрепляются поочередным нагнетанием в грунт растворов силиката натрия и хлористого кальция. При этом происходит химическая реакция, приводящая к образованию нерастворимых соединений, повышающих прочность грунта.

### **Заключение**

Таким образом, пльвун представляет собой совершенно особый тип грунта, в основе которого находится мелкодисперсный песок, пропитанный большим количеством воды. Поэтому пльвун под фундаментом – это просто страшный сон любого застройщика: ведь такой грунт не имеет достаточной жесткости и не может выдержать вес постройки.

То есть, воздвигнутое на пльвуне здание, попросту «затянет» в почву. Причем в процессе «погружения» и фундамент, и стены строения попросту лопнут под собственным весом. Впрочем, такой эффект можно наблюдать только в том случае, если инженер проигнорирует опасность пльвуна и не примет меры, нивелирующие недостаточную стойкость грунта.

### **Литература**

1. Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. - М Госстройиздат, 1968.
2. Пешковский Л.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология – Высшая школа 1982.

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО АРМИРОВАННЫХ ГЛИНИСТЫХ ОСНОВАНИЙ**

**Якуненко С. А.**

(научный руководитель – Кравцов В. Н.)

РУП «Институт БелНИИС»

Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье приведены методика и основные результаты исследований вертикально армированных глинистых оснований плитных фундаментов лабораторными методами.

### **Введение**

Анализ строительных норм Республики Беларусь [1-4 и др.] и зарубежных источников [5-6 и др.] показал, что в настоящее время отсутствуют полные и достоверные методы для расчета и конструирования геомассивов из грунтов, вертикально армированных микросваями в пробитых скважинах.

Поэтому в РУП «Институт БелНИИС» выполнен комплекс работ по разработке эффективных конструкций геомассивов из вертикально армированных грунтов, способов их расчета и устройства.

В процессе исследования экспериментально-теоретическими методами решены следующие задачи:

- изучены физико-механические свойства грунтов после устройства в них армоэлементов;
- изучен характер устойчивости и деформирования геомассивов под нагрузкой при различных диаметре, шаге, длине и типах свай;
- определены оптимальные шаг, диаметр и длина армоэлементов.

### **Лабораторные исследования вертикально армированных глинистых оснований**

Исследования геомассивов лабораторными методами проводились с использованием лотка, маломасштабных армоэлементов и соответствующего оборудования (рисунок 1) с целью изучения:

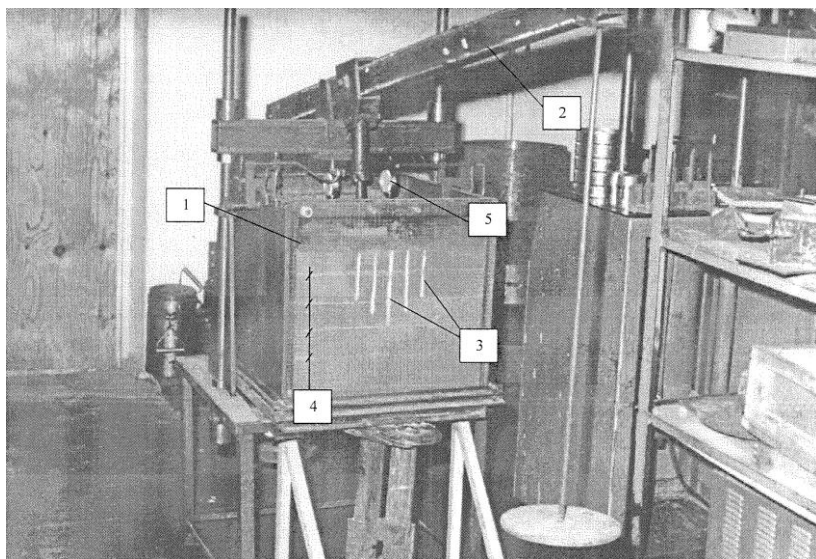
- а - характера деформирования вертикально нагруженных геомас-

сивов при переменной длине и шаге армоэлементов;

б – оценки размеров сжимаемой зоны по глубине и вдоль боковых поверхностей для различных групп армоэлементов;

в - несущей способности геомассивов в зависимости от способа устройства армоэлементов, типа и свойств грунта.

В опытах применялись модели из деревянных армоэлементов круглого сечения масштаба 1:10 – 1:20 с диаметром до 15 мм и общей длиной до 300 мм. Вертикальная нагрузка на модель фундамента прикладывалась рычажным устройством, загружаемым тарированными грузами. Геомассив в лотке формировался послойной отсыпкой и уплотнением соответствующего грунта (супесь, суглинок) между армоэлементами. Деформирование основания устанавливалось фиксированием искажений меловых полос, выполненных при устройстве геомассива, имеющих параллельное очертание. Осадки замеряли индикаторами часового типа.



1 – лоток с прозрачной стенкой, 2 – рычажное устройство для загрузки штампа (фундамента), 3 – модели армоэлементов, 4 – контрольные меловые полосы, 5 - индикатор часовой для замера осадок.

**Рисунок 1. – Общий вид испытательного стенда (лотка) для испытаний моделей геомассивов**

## Заключение

На основании выполненных лабораторных исследований вертикально армированных глинистых оснований плитных фундаментов сделаны следующие выводы:

1. Применение вертикального армирования позволяет снижать деформативность оснований и повышать несущую способность плитных фундаментов не менее чем в 1,5-3 раза (в зависимости от исходного состояния грунта и технологических особенностей устройства геомассива).

2. Геомассив из вертикально армированных грунтов работает, не как свайное основание, а как упрочненное армоэлементами (уплотненное) грунтовое основание с эквивалентными характеристиками ( $\rho$ ,  $\varphi$ ,  $c$ ,  $E$ ) до 2-3 раз, превышающими их значения в неармированном грунте, и обладает по отношению к природному грунту ярко выраженной прочностной и деформационной анизотропией.

3. Разрушение основания из вертикально армированных грунтов от предельной нагрузки может происходить по следующим схемам:

- от выпора из-под фундамента грунта буферной подушки, если ее мощность больше предельной толщины ( $h_{г6} > 0.75b$ , где  $b$  – ширина фундамента) при недостаточном коэффициенте уплотнения ( $K_{com} < 0.95$ );

- от проскальзывания (задавливания) армоэлементов с повышенной прочностью материала (железобетонные, металлические) относительно естественного грунта при отсутствии буферной подушки;

- от потери устойчивости геомассива по явно выраженным условно прямолинейным поверхностям скольжения;

- от потери устойчивости грунтов, подстилающих геомассив в случае неполной прорезки сжимаемой зоны армоэлементами.

Таким образом, для оценки степени устойчивости и исследования условий возникновения сдвигов в армированном грунтобетонными микросваями основании плитного фундамента, возможно применение общей теории механики грунтов, в частности равновесия горных пород, рассмотренных в работах К.Терцаги, Б.В.Бахолдина, Н.А.Цытовича, В.А.Флорина и др. [7-9].

## Литература

1. Пособие П6-2000 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование и устройство техногенных массивов из песчано-гравийных и щебеночных свай. - Минск: Минстройархитектуры РБ, 2000.- 33с.
2. Пособие П10-01 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного грунта. - Минск: Минстройархитектуры РБ, 2002.- 45с.
3. Рекомендации по проектированию и устройству грунтобетонных свай в бурораздвижных скважинах. - Минск: Минстройархитектуры РБ, 2005.- 51с.
4. ТКП 45-5.01-254-2012 Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования.- Минск: Минстройархитектуры РБ, 2012. - 102с.
5. Мирсаяпов И.Т. Оценка прочности и деформативности армированных грунтовых оснований/ И.Т.Мирсаяпов, А.О.Попов // Геотехника. - М, 2010, № 4. - с. 58-67
6. Нуждин Л.В. Расчет вертикально армированного грунтового основания плитных фундаментов/ Л.В.Нуждин, В.В.Теслицкий, М.Л.Нуждин, М.В.Юрьев// Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: сб. тр. науч.-т. конференции. – СПб: СПбГАСУ, 2010. - с. 143-147
7. Терцаги К. Теория механики грунтов/ К. Терцаги: под. ред. проф. Н.А. Цытовича: - М.: Госстройиздат, 1961. – 450 с .
8. Флорин В.А. Основы механики грунтов / В.А. Флорин. – Л-М.: Госстройиздат, 1959: в 2-х томах т.2 – 543 с.
9. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс) / Н.А. Цытович. – М.: Высш.шк., 1983.-288 с.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА ВЕРТИКАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ**

**Якуненко С. А.**

(научный руководитель – Кравцов В.Н.)

РУП «Институт БелНИИС»

Минск, Беларусь

**Аннотация.** Даны результаты практического применения метода вертикального армирования для упрочнения оснований плитных фундаментов. На примере конкретного объекта показана эффективность разработанных технологических схем устройства геомассивов

### **Введение**

В РУП «Институт БелНИИС» выполнен комплекс исследований по изучению особенностей упрочнения слабых глинистых грунтов методом вертикального армирования сваями уплотнения, целью которых явилось разработка эффективных методов их расчета, конструирования и технологий устройства.

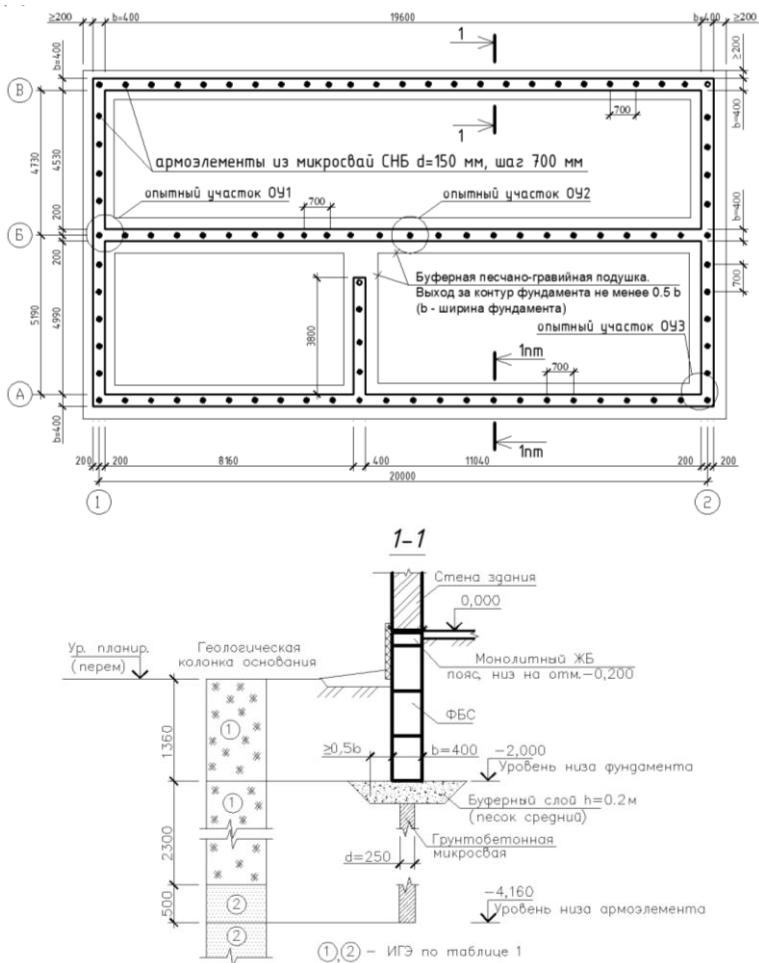
Практическое применение результатов исследований нашло отражение в разработке методов расчета, рекомендаций по их проектированию и устройству и во внедрении на строительных объектах РБ [1-2, 4-5 и др.].

Ниже описаны результаты апробации разработанных методов проектирования и возведения оснований и фундаментов здания АБК на объекте «Реконструкция АЗС под производственную базу ООО "Геоплюс" в а/г. Колодищи Минского района».

### **1. Исходные данные и характеристика геомассива**

Здание объекта одноэтажное, с перспективной настройкой 2-х дополнительных этажей, фундаменты ленточные шириной 400 мм, распределенная нагрузка от 1-ого этажа на основание фундамента 0.158 МПа. Анализ грунтовых условий строительной площадки показал, что она относительно благоприятна для возведения плитных ленточных фундаментов. Наличие в активной зоне фундаментов

неоднородно сжимаемого глинистого насыпного грунта с включениями строительного мусора и растительных остатков (рисунок 1) обусловило необходимость упрочнения основания.



**Рисунок 1. - Схема-план фундаментов и геомассива здания (с расположением армоэлементов)**

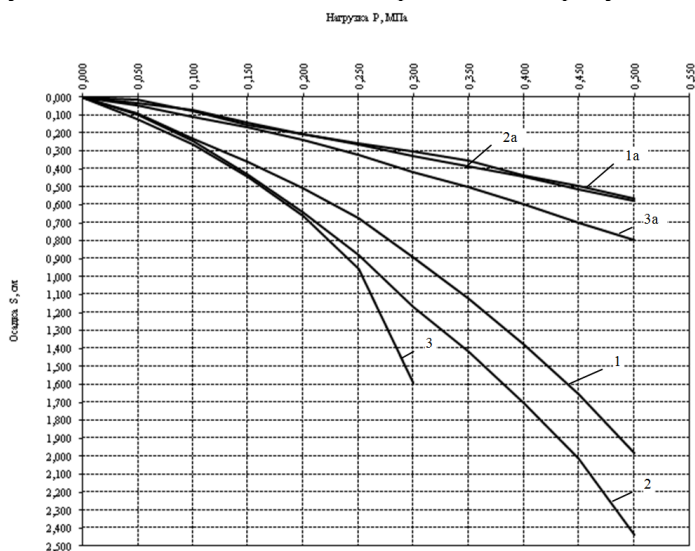
Геомассив запроектирован только в пределах расположения ленточных фундаментов, согласно разработанных рекомендаций [4]. В

качестве армоэлементов приняты набивные грунтобетонные сваи в бурораздвижных скважинах без выемки грунта. Проходка скважин производилась металлическим лидером  $\varnothing 250$  мм, который устанавливался вместо бурового шнека на буровой установке УГБ 1ВС. Скважины заполнялись грунтобетоном по [5].

## 2. Исследование вертикально армированного основания

Для оценки эффективности упрочнения основания фундаментов здания выполнены его испытания штампом площадью  $2500 \text{ см}^2$  по стандартной методике в соответствии с ГОСТ 20276-99 [3]. Испытания проводились до и после устройства геомассива.

Результаты испытания штампом приведены на рисунке 2.



1, 2, 3 – до уплотнения, 1a, 2a, 3a – после уплотнения

Рисунок 2. - Графики зависимости осадки штампа от нагрузки  $s=f(p)$  на опытных участках ОУ1, ОУ 2, ОУ3 строплоплощадки (по рисунку 1)

Результаты полевых натурных испытаний запроектированного по Рекомендациям [4] геомассива подтверждают достоверность разработанного метода расчета и эффективность принятого решения по упрочнению оснований плитных ленточных фундаментов на объекте методом вертикального армирования грунтобетонными



сваями пробитых скважинах. Среднее значение модуля деформации грунтов после их упрочнения составляет  $E_{ва}=33$  МПа, при исходном  $E_0=11$  МПа (увеличение в 3,3 раза). Несущая способность геомассива составила не менее 0,5 МПа, при предельной нагрузке на основание (в случае надстройки 2-х этажей)  $p_{пр}=0,46$  МПа.

### **Заключение**

1. Достоверность и эффективность разработанных методов расчета геомассивов подтверждены экспериментально.

2. На указанном в статье объекте эффект от внедрения разработанной РУП «Институт БелНИИС» технологии за счет снижения трудо- и материалоемкости по сравнению с традиционными решениями составил не менее 30%. При этом несущая способность оснований, подготовленных указанным способом, увеличилась в не менее чем в 2 раза, а их сжимаемость снизилась более чем в 3 раза.

### **Литература**

1. Сеськов, В.Е. Упрочнение оснований методом вертикального армирования грунтобетонными микросваями в пробитых скважинах/ В.Е. Сеськов, В.Н. Кравцов, С.А. Якуненко // Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: Сб. трудов межд. конф. редкол.: Р.А. Мангушев (отв. ред.) [и др.]. – СПб: СПбГАСУ, 2010. – с.295-300.
2. Якуненко, С.А. Экспериментальные исследования армированных грунтобетонными микросваями оснований плитных фундаментов/ С.А.Якуненко/ Проблемы современного бетона и железобетона: Сборник научных трудов. - Минск: РУП «Институт БелНИИС», 2013. – с. 379-387
3. ГОСТ 20276-99 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. – Минск: МаиС РБ, 2000. – 25 с.
4. Р1.02.133-2014 Рекомендации по проектированию и устройству вертикально армированных оснований (геомассивов) для плитных фундаментов зданий и сооружений в грунтовых условиях Республики Беларусь. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2014. – 28с.  
Рекомендации по проектированию и устройству грунтобетонных свай в бурораздвижных скважинах. - Минск: Минстройархитектуры РБ, 2005.- 51с.



### **РАЗДЕЛ 3**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**



## **СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В УСЛОВИЯХ УПЛОТНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ В ГОРОДЕ МИНСКЕ**

**Бондарик В. Е., Денисюк Е. А., Свидинская А. Н.**  
(научный руководитель – Архангельская Т. М.)  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье рассматриваются социально-экологические проблемы в условиях уплотненной застройки, мероприятия по улучшению состояния окружающей среды, изучены методы исследований по влиянию уплотненной застройки на качество жизни жителей города Минска.

Предметом наших исследований стали социально-экологические проблемы в условиях уплотненной застройки. Соответственно, предмет исследования – уплотненная застройка. Цель – выявить причины, по которым уплотненная застройка стала одной из важнейших проблем городской экологии. Методами наших исследований явились методы теоретического анализа литературы по исследуемой проблеме.

Очевидны преимущества строительства высотных зданий в старой переуплотненной городской застройке: экономия на подводке всех видов коммуникаций, наличие инфраструктуры и т.д. Но что же делать с нормами по инсоляции, воздухообмену и озеленению, без которого речь не может идти об обеспечении комфортных условий среды обитания и минимальных нормативных санитарно-гигиенических показателей?

Теперь по каждому из составляющих нашей комфортной жизни.

### **Проблемы естественного освещения помещений в уплотненной городской застройке**

Наиболее существенным недостатком уплотнения застройки является нарушение нормативных показателей естественного освещения и инсоляции помещений. Солнечные лучи создают комфортные

условия для нахождения в помещении людей, они убивают болезнетворных микробов, препятствуют развитию плесени и т.д. Время инсоляции – нормируемая величина. Нормирование времени инсоляции напрямую отражается на уплотнении застройки. Чем меньше нормируемое время инсоляции – тем плотнее допускается застройка.

В Республике Беларусь оптимальная эффективность инсоляции достигается при обеспечении ежедневного непрерывного 2-3-х часового облучения прямыми солнечными лучами (п.10 СПиН №80). В квартирах должна освещаться хотя бы одна жилая комната, а четырехкомнатной квартире – две. СПиН – единственное, что может сдерживать аппетиты застройщиков.

В ходе нашей работы мы провели исследование влияния уплотненной застройки на естественное освещение помещений, расположенных на различных расстояниях от противостоящего здания, по результатам которого можно сделать следующие выводы:

1. При наличии противостоящего здания отраженные от его фасада световые потоки вызывают практически одинаковое распределение естественного освещения в помещениях первого (офисные) и второго (жилые) этажей во всех группах цветности материала фасадов.

2. Цветность материала фасадов противостоящих зданий оказывает преимущественное влияние на величину коэффициента естественной освещенности (КЕО) в пространстве жилых и офисных помещений, причем, наибольшими величинами расчетных КЕО отличаются световые потоки, сформированные белыми и светло-серыми фасадами.

3. Наиболее благоприятное соотношение наблюдается в случае жилого помещения и фасада противостоящего здания белой окраски (даже с учетом регламентируемого допуска  $\pm 10\%$ ) при всех расстояниях между зданиями.

### **Минимальные расстояния между зданиями и сооружениями**

Кроме инсоляции, критериями, определяющими минимальные расстояния между зданиями и сооружениями, являются: пожарные требования, специфические требования (взрывоопасности или другой опасности, если рядом есть специфические предприятия), возможность проезда пожарных машин и машин обслуживания.

Нормами планировки городов установлено, что разрывы между длинными сторонами зданий должны быть равны двум высотам более высокого здания, но не менее 20 м, а между торцами зданий, имеющими окна из жилых комнат, допускается разрыв в одну высоту, но не менее 12 м и в реконструируемых районах в необходимых случаях допускается уменьшение до 1,5 высоты более высокого здания.

### **Городское озеленение и зоны экологического комфорта в условиях уплотненной застройки**

Очень трудно обеспечить нормы площади зеленых насаждений – 8-10 м<sup>2</sup> на человека, обеспечивающие нейтрализацию воздушного и почвенного загрязнения на переуплотненных городских территориях. Здоровое жизнеобеспечение воздушной среды может быть создано одним взрослым деревом для трех человек. Общеизвестно, что в городах теплее, чем в пригородах, и это имеет научное обоснование. Над городами формируется особый микроклимат, который существенно отличается от климата остальной зоны: в летний период температура в городе может быть на 10-15 градусов выше, а влажность ниже.

В настоящее время важным направлением в развитии архитектуры города является выработка современных способов формирования зон экологического комфорта:

#### *Озеленение крыш зданий*

Озеленение крыш улучшает экологию, сокращает вредные электромагнитные воздействия, уменьшает запыленность, улучшает шумозащитные свойства, имеет благоприятный психологический эффект от контакта людей и с природой, повышает комфортность жилья на верхнем этаже, улучшает жизнь людей, повышает эстетичность самого здания и города в целом.

К сожалению, в Минске озеленение крыш не распространено, но, собирая материал, мы обнаружили статью, повествующую о проекте минских архитекторов о возведении двухуровневых двориков на крышах для отдыха жителей в микрорайоне Восток-1. Но этот эксперимент не был завершен из-за разногласий между жильцами домов и властями города. Однако, экспериментальный сад просуществовал на крыше одного из домов два года! Так что же все-таки мешает нам воспользоваться такой замечательной задумкой архи-

текторов и делать воздух в нашем городе чище?

#### *Применение вертикального озеленения фасадов*

Использование вертикального озеленения фасадов помогает регулировать тепловой режим внутренних помещений зданий, дает возможность замаскировать внешне неприглядные постройки и создать оптимальные микроклиматические условия – снизить уровень шума, силу ветра, повысить влажность, создать тень, обогатить воздух кислородом, поглотить вредные газы и пыль. В последнее время вертикальное озеленение фасадов все чаще применяют в крупных городах. Где здания из стекла, бетона, пластика и камня занимают большую часть городской застройки, а мест для зон экологического комфорта практически не остается.

#### *Строительство экопарковок*

Экологические парковки широко распространены по всему миру. Их главное назначение – сохранить экологическую среду, обеспечив передвижение. В масштабах мегаполисов, где активно сокращаются «природные легкие», экопарковки стали, своего рода, спасением.

### **Выводы**

Мероприятия по улучшению окружающей среды, благоустройству, озеленению городов и населенных мест в настоящее время становятся все актуальнее. Озелененные пространства современного города чаще всего объединены в динамически взаимосвязанную систему. Возрастает значение естественной природы в озеленении города, формировании его внешнего облика, увеличении площадей под зеленые насаждения, создании новых парков, скверов, бульваров, лесопарков.

Действующие в настоящее время в Беларуси градостроительные и санитарные нормы в сфере планировки и застройки населенных пунктов характеризуются следующими недостатками:

1. Содержат многочисленные пробелы и противоречия;
2. Наличие неопределенных и многозначных терминов, определяющих основания применения «норм-исключений», позволяет застройщикам неоправданно широко применять «нормы-исключения» при уплотнении застройки;
3. Допускается возможность сокращения придомовых территорий жилых домов на 15% для г. Минска и крупных городов.



Мы, авторы статьи, призываем всех сохранять окружающую среду и наше здоровье всеми возможными способами, чтобы сделать нашу жизнь чистой и красивой!

### **Литература**

1. СП 23-102-2003.: Естественное освещение жилых и общественных зданий. – М., 2003.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.: Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Информационно-издательский центр Минздрав России, 2003.
3. Глазычев, В.Л. Урбанистика / В.Л.Глазычев. – М.: Европа,2008. – 220 с.4
4. Озеленение лысого Минска начинается... с крыш? // [Электронный ресурс] - <http://citydog.by/post/ozelenenie-lysogo-minskanachnetsya%E2%80%A6-s-krysh/>
5. Озеленение крыш. [Электронный ресурс]. – [http://green-life.ru/ozelen\\_krysh.html](http://green-life.ru/ozelen_krysh.html)
6. Вертикальное озеленение фасадов зданий. [Электронный ресурс]. - [http://www.remontpozitif.ru/publ/idei\\_dlja\\_sada\\_i\\_dachi/vertikalnoe\\_ozelenenie\\_fasadov/66-1-0-593](http://www.remontpozitif.ru/publ/idei_dlja_sada_i_dachi/vertikalnoe_ozelenenie_fasadov/66-1-0-593)

## ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДНОГО ПУТИ Е-40

**Быков К. Ю., Ковалевич В. С.**

(научный руководитель – Крошнер И. П.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** Статья посвящена проблемам восстановления водного пути Е-40. Все нижеизложенные проблемы носят в основном экологический характер, и рассмотрены с точки зрения влияния на окружающую среду.

### **Введение**

Водные пути являются частью единой транспортной системы Республики Беларусь и играют немаловажную роль в развитии экономики страны. Они включают в себя систему различных гидротехнических сооружений, строительство и обслуживание которых должно соответствовать техническим и экологическим нормам.

Водный путь Е-40 – это водная магистраль протяженностью более 2000 км., соединяющая Балтийское и Черное море и образованная 4-мя реками: Висла, Западный Буг, Припять и Днепр.

Восстановление водного пути Е-40 даст стимул развития белорусской, украинской и польской экономик благодаря активизации торговли между этими странами, однако, как и при любом крупном строительстве необходимо учитывать возможное влияние на окружающую среду.

Белорусская часть водного пути представлена в одном варианте: проходит через реку Мухавец (бассейн Балтийского моря), реки Пину и Припять (бассейн Черного моря), а также Днепровско-Бугский канал. Проект восстановления предусматривает строительство шести плотин на Припяти, пропускных шлюзов, обвалование реки и спрямление ее русла.

По предварительным оценкам экологов следствием возведения этих гидротехнических сооружений будет, в том числе, изменение гидрологического режима поймы Припяти и прекращение паводков,

что в значительной степени повлияет на окружающую природную среду. Увеличение судоходства повлечет за собой загрязнение воды, что в свою очередь приведет к изменению видового состава планктона, бентоса и рыбы на Припяти, вырастет смертность рыбы, хождение кораблей и барж вызовет размывание берегов; виды птиц, гнездящихся на склонах, могут исчезнуть из региона.

Риски, с которыми сопряжены работы на белорусской части:

- Основным антропогенным фактором воздействия на водные экосистемы будет обвалование, а также спрямление русла рек.

- Вызовет незначительные последствия на изменения в миграции птиц и рыб.

- Отсыпка грунта и создание песчаных насыпей при дноуглублении создаст благоприятные условия для гнездования птиц, строящих гнезда на песке у береговой линии (крачки, кулики и др.).

- В ходе восстановления водного пути Е-40 не ожидается необратимых воздействий на чувствительные земли при условии разработки и выполнения требований ОВОС строительных проектов. При разработке и выполнении требований ОВОС строительных проектов возможны положительные воздействия на чувствительные земли и другие компоненты природной среды;

- Работы по восстановлению водного пути Е-40 не приведут к проблемам орошения и оборотного водопользования. При условии комплексного подхода в экологизации транспортного пути Е-40 возможны новые благоприятные перспективы для орошения.

- При условии реализации задач по трансграничному управлению и прогнозированию качества речных вод отрицательные воздействия от восстановления Е-40 будут минимизированы. Развитие водного транспорта в ходе восстановления водного пути Е-40 создает технические возможности для решения актуальных проблем в пойме р. Припяти и Днепроовско-Бугского канала: пересыхания пойменно-руслых проток; экспансии малоценных кустарников; восстановления традиционного природопользования; снижения рисков заморов.

- Береговая эрозия рек неизбежна при интенсификации водномоторного движения, но ее масштабы технически управляемы.

- В ходе усиления транспортного движения по воде ожидается эквивалентное снижение химической и других видов нагрузок на

почвы по мере загрузки сухопутных транспортных путей региона.

– В ходе обустройства технических объектов и эксплуатации водного пути Е-40 последуют изменения в уровнях внешнего шума, загрязнения поверхностных вод и некоторые иные физические и биологические последствия.

Положительные стороны восстановления водного пути Е-40:

– Восстановленный водный путь позволит перевозить до 4 млн. тонн грузов ежегодно, что обеспечит значительный рост торговых потоков между Беларусью, Польшей и Украиной.

– Воднотранспортное соединение Е-40 также будет способствовать многосторонней торговле между странами Европейского Союза и Восточного партнерства, Европой и остальным миром.

– Инвестиции в современную логистическую инфраструктуру в приграничных регионах Беларуси, Польши и Украины приведут к созданию рабочих мест.

– Также эти регионы могут стать «торговыми воротами» в Европейский Союз и Евразийский экономический союз.

– Грузоперевозки по водному пути Е-40 не только экономически, но и экологически целесообразны: В расчете на один тоннокилометр эмиссия СО<sub>2</sub> от речного водного транспорта в 1,5 раза меньше, чем от железнодорожного транспорта, в 5 раз меньше, чем от грузового автомобильного.

## **Заключение**

Для осуществления данного проекта должны разрабатываться и применяться такие технические решения, которые смогут свести к минимуму последствия воздействия на окружающую среду.

## **Литература**

1. <http://www.wildlife.by/node/43197>
2. <http://eu-belarus.net/ru/projects/6>
3. [http://www.zautra.by/art.php?sn\\_nid=19953](http://www.zautra.by/art.php?sn_nid=19953)
4. <http://www.tio.by/novosti/Vo-vred-Polesyu-vosstanovlenie-vodnogo-puti-iz-Baltiki-v-Chernoe-more-mozhet-uxudshit-ekologiyu-regiona>
5. [http://www.vb.by/econom/goseconimic/vodny\\_put.html](http://www.vb.by/econom/goseconimic/vodny_put.html)
6. <http://homel.greenbelarus.info/articles/14-03-2016/vo-vred-polesyu-vosstanovlenie-vodnogo-puti-iz-baltiki-v-chyornoe-more-mozhet>

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
(ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ)  
НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА  
В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА**

**Жук Н. А., Мирошниченко В. П.**

(научный руководитель – Уласик Т. В.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Сегодня весь мир пестрит заголовками в средствах массовой информации о глобальном потеплении, проблемах экологии, температурных изменениях и о влиянии всех этих факторов на человека.

В научной работе хотим отразить и разобрать, что же происходит в нашем мире - глобальное потепление или похолодание, как эти процессы влияют на людей, каким образом предотвратить чрезмерное и губительное влияние этих процессов на всё живое, и что же нас ждёт в будущем.

Для начала введём определения, что бы наверняка знать что есть что.

Итак, в международной энциклопедии даётся следующая трактовка глобального потепления - повышение средней температуры климатической системы Земли.

В другом источнике мы нашли следующее определение: глобальное потепление — это процесс постепенного роста средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана.

Очень часто в качестве синонима глобального потепления можно встретить словосочетание «парниковый эффект».

Парниковый эффект – это увеличение средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана вследствие роста в атмосфере Земли концентраций парниковых газов (углекислый газ, метан, водяной пар и т.д.). Эти газы выполняют роль плёнки или стекла теплицы (парника), они свободно пропускают солнечные лучи к поверхности Земли и задерживают теп-

ло, покидающее атмосферу планеты.

Впервые о глобальном потеплении и парниковом эффекте заговорили в 60-ых годах XX века, а на уровне ООН проблему глобального изменения климата впервые озвучили в 1980 году. С тех пор над этой проблемой ломают головы многие учёные, зачастую, взаимно опровергая теории и предположения друг друга.

До сих пор учёные со 100% уверенностью не могут сказать, что вызывает климатические изменения. В качестве причин глобального потепления выдвигается множество теорий и предположений.

Входе исследования проблемы нашлось не мало гипотез. Давайте рассмотрим наиболее интересные.

Гипотеза 1- Причиной глобального потепления является изменение солнечной активности.

Все происходящие климатические процессы на планете зависят от активности нашего светила – Солнца. Поэтому даже самые малые изменения активности Солнца непременно сказываются на погоде и климате Земли.

Гипотеза 2 – Причина глобального потепление – изменение угла оси вращения Земли и её орбиты.

Гипотеза 3 – Виновник глобальных климатических изменений – океан.

Гипотеза 4 – Вулканическая активность.

Гипотеза 5 – Всему виной человек. Самая популярная на сегодняшний день гипотеза.

Вполне вероятно, что имеющее место в настоящее время глобальное потепление результат действия многих факторов. Конечно, можно предположить, что все гипотезы верны, ведь процессы описанные выше тесно взаимосвязаны между собой, и одно действие ведёт за собой целый ряд изменений.

Повышение температуры создаёт благоприятные условия для развития болезней, чему способствуют не только высокая температура и влажность, но и расширение ареала обитания ряда животных – переносчиков болезней. К середине 21 века ожидается, что заболеваемость малярией вырастет на 60%. Усиленное развитие микрофлоры и нехватка чистой питьевой воды будет способствовать росту инфекционных кишечных заболеваний. Быстрое размножение микроорганизмов в воздухе может увеличить заболеваемость астмой, аллергией и различными респираторными болезнями.

Глобальное потепление для нашей страны влечёт за собой как плюсы, так и минусы. Зимы станут менее суровыми, земли с пригодным для земледелия климатом продвинулись дальше на, во многих районах страны станет возможным выращивание более южных культур и раннее созревание прежних. Ожидается, что к 2060 году средняя температура в Республике Беларусь достигнет 0 градуса по Цельсию, сейчас она пока составляет в  $-5,3^{\circ}\text{C}$ .

Другие страны мира тоже ждут кардинальные перемены. В целом, согласно большинству моделей, зимой ожидается рост осадков в высоких широтах, а также и в умеренных широтах. В южных широтах наоборот ожидается снижение количества выпадающих осадков (до 20%), особенно, в летний период.

Уже сейчас передовые умы размышляют над тем, как нивелировать процессы глобального потепления. Предлагаются такие оригинальные способы предотвращения глобального потепления, как выведение новых сортов растений и пород деревьев, листья которых обладают более высоким альбедо, покраска крыш в белый цвет, установка зеркал на околоземной орбите, укрытие от солнечных лучей ледников и т.д. Много усилий тратится на замену традиционных видов энергии, основанной на сжигании углеродного сырья, на не традиционные, такие как производство солнечных батарей, ветряков, строительство ПЭС (приливных электростанций), ГЭС, АЭС. Новые и оригинальные идеи рождаются, чуть ли не каждый день.

Не малое внимание уделяется рациональному использованию энергоресурсов. Для уменьшения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу, улучшается КПД двигателей, выпускаются гибридные автомобили.

В будущем планируется уделять большое внимание улавливанию парниковых газов при производстве электроэнергии, а также непосредственно из атмосферы путём захоронения растительных организмов, использования хитроумных искусственных деревьев, закачки углекислого газа на многокилометровую глубину океана, где он будет растворяться в водной толще. Большинство перечисленных способов «нейтрализации»  $\text{CO}_2$  очень дороги.

Таким образом, в нашей научной работе представлены неопровержимые доказательства того, что на земле семимильными шагами шагает глобальное потепление, факт которого не предвещает ничего способствующего продолжению нормального существования как

многих представителей млекопитающих, так и нас с вами.

Так же найдены гипотезы возникновения этих процессов и сценарии развития событий. Как бы это странно не звучало, мы не можем предсказать развитие событий на 50, 100 лет вперёд, но с уверенностью можно сказать, что если человечество перестанет предпринимать попытки оптимизации сложившейся ситуации - оно обречено на судьбу динозавров.

### **Литература**

1. Климова В. И. Человек и его здоровье - Минск, 2003.- 215с.
2. Доклад ЮНЕП «Оценка воздействия на окружающую среду производства и потребления — Приоритетные изделия и материалы». UNEP (июнь 2010)
3. Метеорологическая справка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru> – Дата доступа:15.04.2016г.
4. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальное\\_потепление](https://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальное_потепление) - Дата доступа: 15.04.2016г.
5. Информационно-аналитический Интернет портал о технологиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoteco.ru/library/magazine/4/ecology/globalnoe-poteplenie-fakty-gipotezy-kommentarii/> - Дата доступа:18.04.2016г.



## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Жуковский Е. М., Добрынович Я. А.**

(научный руководитель – Архангельская Т. М.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Аннотация**

В статье говорится об охране природной среды при производстве земляных работ в дорожном строительстве.

### **Введение**

Важным элементом охраны окружающей природной среды в дорожном хозяйстве является минимизация или полное отсутствие вредного воздействия на природу со стороны производственных предприятий отрасли и дорожно-строительной техники.

Строительство автомобильной дороги начинается с расчистки полосы отвода. При этом производится вырубка деревьев и корчевка кустарника. По существующим технологиям получаемая древесина должна использоваться в качестве деловой. Пни и порубочные остатки (опилки, сучья, кора, кустарники) складываются в кучи, с целью последующей переработки, а в противном случае могут сжигаться по согласованию с лесхозом. Данные мероприятия устраиваются с целью недопущения процесса гниения древесины, связанного с размножением насекомых. Листья, как правило, не убираются и остаются гнить на поверхности земли. По мере гниения, насекомые распространяются на прилегающие территории, заражая лес. Проведение данных мероприятий минимизируют риск заражения зеленых насаждений вдоль дорог и сохранения их высоких товарных качеств.

Механические нарушения почв, вызванные строительством постоянных и временных автомобильных дорог, хотя и носят локальный характер, всегда сопровождаются менее сильными, но боль-

шими по площади нарушениями и почв и растительного покрова на прилегающих территориях. Данные нарушения приводят к необратимым последствиям почвенно-растительных экосистем. Считается, что при строительстве автомобильной дороги на каждые 100 км трассы уничтожается около 200 га наиболее плодородных слоев почв. Таким образом, важнейшей технологической операцией при производстве земляных работ является снятие растительного слоя.

Снятию подлежит плодородный слой, обладающий благоприятными физическими и химическими свойствами. Глубина снятия определяется в зависимости от типа и подтипа почв, указанных на крупномасштабных почвенных картах, либо по результатам изысканий. Растительный слой не снимается на косогорах круче 1:3, на неосушенных болотах, а так же в лесах.

Растительный слой снимается на всем протяжении трассы дороги на ширину насыпи по низу, либо выемки по верху, а так же на отведенных землях под резервы и сооружения. Эта операция производится с помощью бульдозеров, которые срезают и перемещают грунт.

Складирование грунта осуществляется в валах вдоль оси трассы. В случае стесненных условий, допускается складировать грунт на специальных площадках. Это обуславливается тем, что в процессе хранения грунт подвергается интенсивному воздействию природных факторов – ветра, воды, солнечной радиации и биологическому воздействию, вызывающих его органическое разрушение. Хранение в валах и штабелях позволяет минимизировать влияние данных факторов, так как будет обеспечена защита основной массы грунта. При сроке складирования более года валы почвенного грунта укрепляют посевом трав или другими способами.

Важно время проведения строительных работ. Экосистемы и составляющие их компоненты в разные сезоны года находятся в разном состоянии. Поэтому их реакция на антропогенное воздействие в разные сезоны года будет разной. В экосистемах с глинистыми, тяжелыми и среднесуглинистыми грунтами земляные работы можно проводить в любое время года. В экосистемах с легким субстратом, на гидроморфных и полугидроморфных почвах нежелательно вести земляные работы весной.

Согласно нормативным документам, карьеры и резервы подвергаются рекультивации, заключающейся в планировке откосов, рас-

пределении на откосах и дне растительного грунта, с целью восстановления площадей для ведения сельского хозяйства. В некоторых случаях в отработанных карьерах устраивают водоемы. Карьеры и резервы следует располагать на неудобьях с пригодными для строительства грунтами. Как правило, они располагаются вблизи строящихся дорог, с целью минимизации затрат на транспортировку грунта. При выборе мест не учитывается ландшафт местности, не регламентируются глубина и размеры карьеров в плане. Достаточно часто карьеры остаются и используются в дальнейшем. В этом случае близко расположенные и видимые с дороги карьеры нарушают природный вид и рельеф местности, нарушают флору и фауну на прилегающих к ним землях.

При производстве земляных работ наблюдается значительное загрязнение грунта горюче-смазочными материалами на путях транспортировки, погрузки и выгрузки грунта, в местах стоянок землеройно-транспортных и других дорожно-строительных машин. Эти машины характеризуются большими потерями горюче-смазочных материалов, например, для бульдозеров потери отработанного масла составляют 5-30%. Для минимизации возникающего ущерба необходимо обваловывать грунтом площадки для стоянки машин и механизмов, принимать другие меры для недопущения попадания топлива и масла в воду.

В процессе проведения земляных и других строительных работ следует исключать загрязнение находящихся на придорожной территории водоемов и водотоков. Не следует загрязнять или заваливать лога, суходолы, которые в определенные периоды года обеспечивают пропуск водных потоков. Территория, прилегающая к акваториям рек, является водоохраной зоной. Размеры водоохраной зоны установлены: для ручьев – 100 (50 – в населенных пунктах) м; для каналов – 100 (50) м; для судоходных каналов – 300 (100) м; для рек малых – 500 (200) м; для рек средних и больших – 700 (300) м; для озер и водохранилищ – 500 (300) м. В водоохраных зонах запрещается загрязнение поверхности земли. Запрещается: свалки мусора и отходов, стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и другой техники, строительство каких-либо производственных объектов и др.

Гидромеханизация земляных работ приводит к существенному замутиению воды рек. В результате этого происходит массовая ги-

бель рыбы. Особенно опасно замутнение воды в местах нереста.

Замутнение воды в водоемах и в водотоках может происходить и при эрозионных процессах на участках насыпей и выемок из-за несоблюдения технологий возведения земляного полотна. В результате выноса грунта в водоеме или водотоке образуется взвесь, постепенно оседающая на дне. В результате гибнет подводная растительность, меняется кислородный режим, погибает рыба.

### **Заключение**

Охрана окружающей природной среды в дорожном строительстве, особенно при возведении земляного полотна, очень важна. Вследствие халатности рабочих, неисправности оборудования, нарушения технологических процессов и норм, природной среде, а особенно почвам и водам, может быть нанесен непоправимый ущерб, а почва и вода, как известно, является источником продовольствия – настоящего благосостояния народа.

### **Литература**

1. Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства [Текст] : ТКП 313-2011 (02191). – Введ. 2011-06-07. – Мн. : Департамент «Белавтодор» Минтранс РБ, 2011. – 148 с.
2. Водный кодекс Республики Беларусь [Текст] : [принят Палатой представителей 2 апреля 2014 г. : одобрен Советом Республики 11 апреля 2014 г.] : офиц. текст : по состоянию 30 апр. 2014 г. – Мн. : Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2014. – 78, [1] с. ; 21 см. – 1250 экз. – ISBN 978-985-7087-04-4
3. Немчинов, М. В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог : учеб. пособие для вузов / М.В. Немчинов, В.Г. Систер, В.В. Силкин. — Москва : АСВ, 2004. — 240 с. — ISBN 5-93093-252-2

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Клочко А. А., Сургучев В. В.**

(научный руководитель – Ленкевич Р.И.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** Строительные отходы создают колоссальную нагрузку на окружающую природную среду и экосистему. Для решения проблемы строительных отходов создают безотходные технологии, перерабатывают и утилизируют строительные отходы и вывозят их на полигонные захоронения.

### **Введение**

Экологическая безопасность и рациональное природопользование в значительной степени определяются тем, как используются материальные ресурсы. В наше время в мире лишь 5—10% сырьевых материалов переходит в конечную продукцию, а 90—95% превращаются в отходы. Это создает колоссальную нагрузку на окружающую природную среду и экосистемы, приводит к истощению природных ресурсов.

Немалую роль в развитии этой экологически весьма опасной тенденции играет строительное производство. Установлено, что среди других отраслей промышленности строительство занимает второе место по объему твердых отходов в виде разрабатываемых грунтов, а также образующихся строительных отходов.

### **Классификация строительных отходов**

С точки зрения терминологии под строительными отходами понимают такие отходы, которые образуются при строительстве, сносе, реконструкции и ремонте зданий и сооружений, а также при производстве строительных материалов и конструкций.

К строительным отходам относят: обломки бетона и железобетона; сколы асфальта; керамзитобетон; древесина; лом черных металлов; рубероид; битум (мастика); линолеум (обрезь); асбошифер

(бой); стеклобой; кирпич (бой); отработанный раствор цементно-известковый; лакокрасочные (разные); отработанные шлак, зола, асбест; керамическая плитка (бой); использованная тара.

По степени опасности воздействия на природную среду все отходы подразделяются на различные классы.

Основная масса строительных отходов образуется при реконструкции и сносе устаревших зданий и сооружений. Так, в США ежегодно образуется 60 млн т таких отходов, в странах ЕС — 50 млн т, в Японии — 12 млн т.

### **Утилизация железобетона и рециклинг**

Важной проблемой при сносе больших строительных сооружений всегда были и пока остаются разрушенные железобетонные конструкции, вернее, строительные отходы, образованные в результате проведения демонтажа зданий. На сегодняшний день вопрос утилизации железобетона и строительных отходов остается актуальным в связи с растущим количеством несанкционированных свалок, что в свою очередь объясняется тем, что существующие площадки, где содержатся строительные отходы, переполнены.

В последнее время в Республике Беларусь активными темпами ведется строительство объектов различного назначения. Новые здания нередко возводятся на месте старых, подлежащих сносу, что делает проблему роста объема отходов более глобальной. Строительные отходы, образующиеся после демонтажа сооружений, обычно транспортируют для захоронения на специальные территории, а зачастую просто сваливают в непредназначенных для этого местах. Уберечь большие площади от образования на них полигонов с вредным мусором можно, применяя современные технологии демонтажа зданий и используя строительные отходы в качестве вторичного стройматериала. ООО "СБА Стройрециклинг" успешно решает эту актуальную на сегодняшний день проблему.

Обычно появившиеся на месте демонтажа здания или сооружения строительные отходы, 40 % которых железобетонный лом, разбираются и сортируются. Слишком большие куски железобетона экскаваторы разбивают гидромолотом или разрезают гидронажниками на куски поменьше. После этого получившийся материал грузят в самосвалы и перевозят на предприятие, которое перерабатывает строительные отходы, либо на специальный полигон для захоро-

нения.

Но существует более удобный вариант переработки, позволяющий получать вторичные стройматериалы непосредственно на строительной площадке. Это рециклинг в дробильно-сортировочной установке, которым активно занимается ООО "СБА Стройрециклинг".

Компания утилизирует строительные отходы путем дробления железобетона на компактном мобильном дробильно-сортировочном комплексе прямо на месте образования строительных отходов или в непосредственной близости от них. То есть осуществляется дробление железобетона, бетона и кирпича во вторичный щебень различных фракций с одновременным отделением металла. В результате такой переработки — рециклинга — образуется вторичный щебень, пригодный для последующего использования в строительстве, дорожном хозяйстве, благоустройстве территорий. Дробильно-сортировочный комплекс оборудован собственным дизельным двигателем и магнитным сепаратором, отделяющим железо. Результат механического дробления железобетона: вторичный щебень — 87 %, отсев — 10 %, железо — более 3 %.

Еще один важный момент: вторичный щебень, который получается в результате дробления железобетона, по качеству не уступает первичному щебню. Наряду с арматурной сталью, он повторно включается в оборот и может использоваться для насыпки временных дорог, засыпки котлованов и болот, на стройплощадках, а также для устройства оснований под фундаменты и временных площадок для работы тяжелой строительной техники.

Стоит заметить, что там, где проводился снос сооружений, всегда предполагается новое строительство, при котором будет необходим щебень. Рециклинг строительных отходов на месте их начального нахождения дает возможность экономить, в том числе и на приобретении строительных материалов. Это объясняется тем, что вторичное сырье стоит гораздо дешевле нового. Когда строительные отходы утилизируются на месте демонтажа, вторичный щебень для нового строительства уже находится в том месте, где он нужен, то есть непосредственно на месте стройки — это также приносит определенную экономию.

### **Заключение**

Деятельность всех специалистов строительного профиля должна быть нацелена на сокращение объёмов образующихся отходов, создание малоотходных (безотходных) технологий, всемерное преобразование строительных отходов во вторичное сырьё и повторное их использование (рециклинг). Выполнение этих условий позволит смягчить экологическую ситуацию и сэкономить природные ресурсы. Только так мы сможем сохранить нашу природу и создать благоприятные условия для комфортной жизни.

### **Литература**

1. <http://art-con.ru/node/1015>
2. <https://www.bsc.by/story/sooo-sba-stroyrecikling-na-peredovoy-pererabotki-stroitelnyh-othodov>



# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫМ РЕШЕНИЯМ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

**Раговский С. В., Скоров С. И.**

(научный руководитель – Ленкевич Р. И.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** Конструктивные системы и схемы зданий и сооружений должны отвечать требованиям охраны окружающей среды, т.е. быть экологически целесообразными.

## **Введение**

Возведение экологически полноценного и комфортабельного жилья требует дальнейшего развития типологической основы проектирования. В связи с этим значительно увеличиваются экологические требования к объемно-планировочным решениям зданий, а также к их конструктивным системам и схемам. Проект зданий должен обеспечивать уровень экологической безопасности, предложенной заказчиком или пользователем, и одновременно не вступать в противоречие с действующим законодательством и нормативными санитарными актами.

## **Экологические требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям**

В процессе архитектурно-строительного проектирования при определении объемно-планировочных решений квартиры или дома (высота, ширина, площадь) основное внимание уделяют: сокращению затрат материальных и природных ресурсов при строительстве, реконструкции и эксплуатации и предотвращению экологических нарушений и загрязнений во внутренней среде жилых зданий, обеспечению благоприятных санитарно-гигиенических условий.

Экологизация проектного решения жилого здания с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений достигается различными мерами:

- оптимизация размеров площади, объема и ориентации помеще-

ний, из которых состоит здание;

- максимальное использование подземного пространства; выбор оптимальной формы здания и ориентации по направлению ветра;
- проектирование экологически безопасных инженерных сетей (вентиляционных, отопительных, канализационных, мусороудаляющих и др.);
- озеленение всех поверхностей здания (стен, кровли) и благоустройство прилегающей территории, выбор экологического покрытия и пр.

Специалисты отмечают высокую экологичность покрытий из нештучных материалов, особенно из природного камня - брусчатки, плит. Повышение комфортности и создание экологически полноценного жилища в условиях массовой застройки потребуют совершенствования нормативных требований и преодоления существующих экономических трудностей.

### **Биопозитивность зданий и сооружений и архифитомелиорация**

Одним из экологических направлений, связанных с объемно-планировочными и конструктивными решениями зданий, является озеленение всех их поверхностей (стен, кровель), благоустройство прилегающей территории. Конструктивные решения являются более позитивными, если они придают поверхности зданий сооружений некоторое подобие естественной среды обитания для растений, мелких животных и птиц.

Здания и сооружения, органично связанные с живой природой, имеющие, в частности, озелененную кровлю, стены и прочее, помогающие в той или иной мере сохранению и развитию флоры и фауны, называются биопозитивными.

Таким образом, биопозитивность зданий и инженерных сооружений - это их способность органично вписываться в природную среду (в экосистемы) и не быть отторгаемыми экосистемами, не разрушать и не загрязнять природную среду, восстанавливать природу, быть приспособленными (биоадаптивными) для существования живой природы на наружных поверхностях зданий и внутри объемов сооружений, экономить ресурсы и не требовать для изготовления зданий невозобновимых ресурсов, не быть преградами на путях потоков веществ и энергии, не выделять перерабатываемых

природной средой загрязнений, создавать высокое качество жизни.

По отношению к природной среде выделяются также бионегативные здания и сооружения, наносящие прямой вред природе, и бионейтральные.

К биопозитивным относятся не только озеленяемые здания, но и берегоукрепительные сооружения, позволяющие успешно развивать прибрежные экосистемы, шумозащитные озеленяемые экраны вдоль автомагистралей, подводные конструкции для разведения различных морских животных и пр.

Готовность строительных объектов при застройке, как известно, обуславливается проведением в завершающей стадии работ по озеленению. Помимо многочисленных экологических функций, которые выполняет фитоценоз, а именно: формирование благоприятного микроклимата, защита от пыли, загазованности и шума, достижение общеоздоравливающего эффекта и т.д. Зеленые насаждения придают декоративность и улучшают эстетический вид застройки. По мнению специалистов-экологов, все свободные пространства вокруг зданий и сооружений, включая и отдельные их поверхности (стены, крыши), должны подвергаться фитоценолотическому освоению.

Озеленяемая кровля, с устройством гидроизоляции, дренажного слоя и почвенного покрова, предохраняет здание от перегрева летом и теплопотерь зимой, улучшает микроклимат, частично задерживает загрязнение, исключает излучение вредных веществ, характерное для обычных крыш при их перегреве.

По мнению исследователей, каждое здание градостроительного комплекса с плоской крышей должно быть запроектировано с эксплуатируемым покрытием в виде открытой площадки, дендрария, атриума (внутренний световой двор) или солярия. Это позволит получить в каждом доме дополнительную экологически чистую зону. Для того чтобы исключить загрязнение воздуха над кровлей жилого дома выбросами из вентиляционных шахт, предназначается система обратной вытяжной вентиляции, по которой обработанный воздух будет поступать в подземный коллектор. Одним из распространенных архофитомелиоративных мероприятий является внешнее вертикальное озеленение стен и фасада. Для этих целей используются выющиеся растения, в первую очередь быстрорастущие лианы, способные за 5-10 лет полностью покрыть стены 9-этажного здания.

Подходят и другие виды - вечнозеленый плющ, плетневые розы, некоторые фикусы, ваниль и др. Отмечено улучшение микроклимата внутри помещения, уменьшение шума и загрязнений, снижение затрат на отопление (до 15%). Влаголюбивые растения вертикального озеленения, разрастаясь, забирают лишнюю влагу у фундамента и стен дома, тем самым создается благоприятный микроклимат в самом доме. Многие из этих насаждений нуждаются в различных видах опор. Такие лазящие растения, как плющ обыкновенный и дикий виноград, сами прикрепляются к стенам, но без специальных конструкций они могут их разрушать, если между кирпичами есть щели, а в штукатурке - трещины.

Для декоративных целей, а также для защиты стен от перегрева и осадков их защищают также с помощью ярусного размещения ящиков с ампельными растениями со свисающими побегами и вьющимися стеблями (настурция, аспарагус, фуксии и др.).

### **Заключение**

Эти и другие объемно-планировочные, архофитомелиоративные мероприятия, придающие зданиям и сооружениям биопозитивный вид, оказывают на человека благоприятное визуально-психологическое воздействие, ибо дают ощущение близости к природе. Психологическое влияние на человека созданной им среды (озеленение, бесшумность, эстетически благоприятные архитектурные формы и др.) представляется ключевой проблемой всей экологии.

### **Литература**

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. Под ред. С.В. Белов, А.В.Ильинская и др. М.:Высш. шк., 2004. – 606с.

## **РАЗДЕЛ 4**

# **ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФАХ**



## **ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ**

**Буракова В. В., Жарикова Е. Н.**

(научный руководитель – Мякота В.Г.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены возможные последствия применения ядерного оружия для человечества на основе событий прошлого столетия.

### **Введение**

Для современного мира ядерная война является самым вероятным фактором техногенной катастрофы с последующим уничтожением всей живой природы. В настоящее время 9 стран имеют в своём распоряжении ядерное оружие: США, Россия, Великобритания, Франция, Китай, КНДР, Израиль, Индия и Пакистан и в ближайшие годы этот список может пополниться. По оценкам экспертов эта цифра составляет порядка 40 тыс.мгт. Первые ядерные бомбы имели мощность порядка 10—15 клт. Таким образом, бомбы, опустошившие Хиросиму и Нагасаки, сейчас затерялись бы в огромных арсеналах сверхдержав как ничтожные мелочи.

Хотя ядерное оружие использовалось в военных действиях всего дважды (в 1945), все последующие десятилетия международная дипломатия и военная стратегия государств находились под сильным влиянием разрабатывавшихся планов ведения возможной ядерной войны. Ядерная война — гипотетический военный конфликт между государствами или военно-политическими блоками, обладающими ядерным или термоядерным оружием. В такой войне главным средством поражения является ядерное оружие.

Если различные физические эффекты, возникающие при ядерных взрывах, можно рассчитать достаточно точно, то предсказать последствия их воздействия сложнее. Хотя бомбардировки Хиросимы и Нагасаки не планировались как эксперименты, изучение их последствий позволило многое узнать об особенностях ядерной

войны.

Энергия ядерного взрыва распространяется в виде ударной волны, проникающей радиации, теплового и электромагнитного излучения. Поэтому первое, что почувствовали жители Хиросимы, попавшие под удар бомбы – чудовищное световое излучение: ослепляющая вспышка света и волна удушающего жара. Жар был такой силы, что те, кто находился ближе к эпицентру взрыва, мгновенно превратились в пепел. Вслед за световой волной, от которой погибли те, кто не успел спрятаться в укрытии, на жителей Хиросимы обрушилась ударная волна от взрыва. Световое излучение и ударная волна стали причинами многочисленных пожаров в городе. Тех, кому удалось спастись от светового излучения, ударной волны и пожаров, ждало новое неведомое испытание – лучевая болезнь. Кроме сильного первого шока после удара бомбы, многие жители Хиросимы испытали долгосрочные психологические последствия ядерного взрыва.

Жители Хиросимы продолжали становиться жертвами радиации и спустя продолжительное время после взрыва. С экологической и гигиенической точек зрения отдалённые последствия ядерной войны будут связаны с непосредственным воздействием на людей поражающих факторов ядерного оружия и с возникновением на территориях, где имели место взрывы, а возможно и на всей планете, глубоких изменений окружающей среды. В частности, в результате ядерных взрывов и сопутствующих им пожаров в атмосферу поступит огромное количество токсических веществ, что может вызвать катастрофический рост аллергических заболеваний, болезней нервной системы, органов чувств, заболеваний лёгких. Практически каждый человек станет хронически больным.

После облучения раньше других форм рака возникает лейкемия. Так, в Хиросиме и Нагасаки среди перенесших облучение детей уже в 1950 г. Наблюдалось повышение частоты лейкозов.

Индукция злокачественных опухолей под влиянием облучения не исчерпывается лейкозами. Длительное нарушение деятельности желез внутренней секреции, существенное угнетение клеточного и гуморального иммунитета, психические стрессы и другие последствия облучения будут существенными факторами повышенного риска развития опухолей у лиц, перенесших ядерные взрывы. Так, в Хиросиме и Нагасаки среди лиц, находившихся на расстоянии 1,5



км от эпицентра взрыва, рак щитовидной железы, лёгких, молочной железы развивался в несколько раз чаще. Согласно расчётам Международного комитета экспертов Всемирной организации здравоохранения, среди выживших в ядерной войне можно ожидать около 19 млн. добавочных случаев злокачественных новообразований.

Возможности защиты от воздействия ядерного взрыва весьма ограничены. Невозможно спасти тех, кто окажется в эпицентре взрыва. Повышенные дозы радиации приведут к росту раковых заболеваний, выкидышей, патологий у новорождённых. На животных было экспериментально установлено, что радиация поражает молекулы ДНК. В результате такого поражения возникают генетические мутации и хромосомные aberrации, что приводит к летальным исходам.

Первым пагубным воздействием долговременного характера будет разрушение озонового слоя. Согласно докладу национальной академии наук США, в мировой ядерной войне может быть взорвано до 10 000 Мт ядерных зарядов, что приведёт к разрушению озонового слоя на 70 % над Северным полушарием и 40 % - над Южным. Эти разрушения повлекут за собой губительные последствия для всего живого: люди получают обширные ожоги и даже раковые заболевания кожи, некоторые растения и мелкие организмы погибнут мгновенно, многие люди и животные ослепнут и потеряют способность ориентироваться.

В результате крупномасштабной ядерной войны произойдёт климатическая катастрофа. При ядерных взрывах загорятся города и леса, облака из радиоактивной пыли окутают Землю непроницаемым покрывалом, что неминуемо приведёт к резкому падению температуры у земной поверхности. После ядерных взрывов суммарной силой 10 000 Мт в центральных районах континентов Северного полушария температура снизится до минус 31 °С. Температура вод мирового океана останется выше 0°С, но из-за большой разности температур возникнут жестокие штормы. Спустя несколько месяцев произойдут гибель посевов, лесов, животных и голодный мор людей. Трудно ожидать, что где-либо на Земле уцелеет хоть какое-то человеческое сообщество.

Учёные предвидят три возможных эффекта мирового конфликта с применением ядерного оружия. Во-первых, в результате всемирного снижения температуры на десятки градусов, а также уменьше-

ния освещённости планеты, настанут так называемые ядерная зима и ядерная ночь. Все жизненно важные процессы на Земле будут отрезаны от основного источника энергии-солнца. Во-вторых, вследствие разрушения хранилищ радиационных отходов и атомных станций произойдёт загрязнение всей мировой территории. Третьим фактором является голод планетарного масштаба. Таким образом, ядерная война приведёт к сокращению сельскохозяйственных растений.

Применение ядерного оружия приведёт к резкому уменьшению численности населения, возникнут предпосылки для брачных изолятов. Неизбежно последует увеличение кровнородственных браков. Всё это может привести к генетической катастрофе, которая не произошла в Хиросиме и Нагасаки, но неминуема после тотальной ядерной войны.

### **Заключение**

Таким образом, экосистемы планеты уязвимы для возмущений климата экстремального характера в зависимости от их географического положения. Если случится ядерная война, пожары, возникшие как следствие обмена атомными бомбами, могут оккупировать значительную часть территории. Важную степень влияния на экосистемы могут оказать эпизодические радиоактивные осадки. Значительные перепады температуры могут привести к очень большому урону. Ядерная война приведёт к массовой гибели людей и всего живого, наступит конец эры человечества.

### **Литература**

1. Баев А.А., Бочков Н.П., Иванов В.И. Медицинские и эколого-биологические последствия возможного ядерного конфликта // Климатические и биологические последствия ядерной войны. – М.: Наука, 1986.
2. Война ядерная [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/voennaya\\_tehnika/VONA\\_YADERNAYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/voennaya_tehnika/VONA_YADERNAYA.html)

## КРИТЕРИИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

**Дергачёва М. В., Кольченко Н. Н.**

(научный руководитель – Архангельская Т. М.)  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы обеспечения радиационной безопасности в строительном комплексе: строительных материалов и сырья для их производства, а также проектируемых, построенных и реконструируемых зданий и сооружений.



Важнейшей составляющей здорового образа жизни является безопасное жилище. Проблемы радиационной безопасности жилья могут быть эффективно решены, если помнить об этом на всех этапах строительства. Поэтому контроль материалов и участка застройки необходимо проводить в совокупности и не полагаться на оценку только одного показателя.

В качестве критерия безопасности, когда реализуется риск с радиационными последствиями, приняты значения максимального возможного снижения облучения.

Такая оценка критерия безопасности оказала новое влияние на развитие строительной индустрии.

Так как человек большую часть своей жизни проводит в здании, то помимо природного радиоактивного излучения он испытывает и нагрузки от техногенно-измененной среды обитания и, в первую

очередь, от строительных материалов, которые использованы при строительстве зданий. Например, при проживании в течение года в различных домах человек получает следующие дозы излучения от стен:

- в кирпичном доме — от 50 до 100 мбэр;
- в бетонном доме — от 70 до 100 мбэр;
- в деревянном доме — от 30 до 50 мбэр.

Для сравнения человек за год получает также дозу природного излучения:

- от космических лучей — 45 мбэр;
- от почвы — 15 мбэр;
- от воды, пищи, воздуха — 25 мбэр.

При рассмотрении приведенных выше данных и учитывая, что согласно нормам радиационной безопасности установлена предельно допустимая доза за год 0,5 бэр, видно, что перечисленные в примере нагрузки находятся в пределах естественного радиационного фона. Среди зданий по этому показателю благоприятно выделяется деревянный дом.

Превышение фона можно выявить, если просуммировать радиационные нагрузки от использованных в здании материалов с другими перечисленными выше нагрузками. Особую осторожность надо проявлять при выборе строительных материалов минерального состава, избегая использования строительного материала с повышенной радиационной активностью.

Радиоактивность материала может быть связана с его месторождением или получена дополнительно с использованием сырья из каменоломен, карьеров и т.п., расположенных вблизи зон техногенного радиационного загрязнения литосферы. Таким образом, радиационное загрязнение строительных материалов может быть обусловлено не только его происхождением, но и привнесением в него из окружающей среды радиоактивных веществ-загрязнителей. В каждом случае это отрицательное свойство можно диагностировать по химическому составу материала. Например, следует избегать применения строительных материалов, содержащих тяжелые металлы и др. Поэтому уже при проектировании нужно знать характеристики радиационной опасности материала и при выборе строительных материалов стараться избегать использование строительных материалов с высокими показателями радиационной

активности, в первую очередь для жилых и общественных зданий.

Рост требований к экологически безопасному строительству связан не просто с созданием комфортной среды проживания в доме, но и с обеспечением полной безопасности жилища для здоровья человека.

Во-первых, при строительстве новых зданий, сооружений из строительных материалов с малым содержанием естественных радионуклидов (ЕРН) в них стремятся внешнее облучение свести к минимуму.

Строительные материалы разделены на три класса по суммарной удельной активности естественных радионуклидов и определены возможности их применения в различных видах строительства. Однако такое требование резко сокращает материальную базу строительных материалов, замедляет и удорожает процессы строительства.

Во-вторых, проектирование новых и реконструкция старых зданий и сооружений должны осуществляться так, чтобы человек был защищен от ионизирующего излучения за счет соответствующей толщины ограждающих конструкций с учетом плотности строительных материалов.

В-третьих, для построенных и эксплуатируемых зданий и сооружений, с целью снижения внешнего облучения внутри помещений необходимо осуществить разработку нового облицовочного материала, либо использовать традиционные материалы искусственного происхождения (органические материалы и др.) для снижения мощности дозы.

Из вышеизложенного следует, что радиационная безопасность не только может оказать влияние на процесс строительства, но и качественно в корне его изменить.

Существует специальный радиационный контроль зданий и сооружений, который включает поиск и выявление локальных радиационных аномалий в ограждающих конструкциях зданий. Объем исследований определяется согласно радиационному контролю и санитарно-эпидемиологической оценке жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности и зависит от конструктивных особенностей здания.

Для строительного сырья характерен большой диапазон изменчивости активности естественных радионуклидов. Это важное обстоятельство, которое свидетельствует о возможности управления радиационным качеством строительных материалов и изделий путем исключения или сокращения в них доли высокорadioактивного сырья.



### **Заключение**

На основании вышеизложенной информации можно сделать вывод, что обеспечение выполнения норм радиационной безопасности в строительном комплексе Республики Беларусь за счет снижения облучения от естественных и искусственных радионуклидов, содержащихся в строительных материалах и конструкциях, будет способствовать улучшению экологической обстановки.

### **Литература**

1. Закон Республики Беларусь “О радиационной безопасности населения”. Утвержден Указом Президента Республики Беларусь от 05.01.1998 № 122-3.
2. Нормы радиационной безопасности: НРБ-2000.
3. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов: ГОСТ 30108-94.
4. Организация радиационного контроля сырья и готовой продукции в организациях Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь: ТКП 45-2.04-133-2009.
5. Положение о радиационном контроле в системе Министерства архитектуры и строительства РБ: РДС 1.01.08-99.

## АСТЕРОИДНАЯ ОПАСНОСТЬ И СПОСОБЫ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

**Жук И. И., Ляшко В. В.**

(научный руководитель – Мякота В. Г.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной работе рассматривается проблема астероидной опасности на примере уже упавших на Землю метеоритов и методы решения проблем, связанных с их падением.

### **Введение**

Астероидная опасность является опасностью для всего человечества, причем опасность эта абсолютно реальная и неотвратимая.

Метеоритный дождь сыплется на Землю постоянно – от микронных пылинок до метровых тел. Ежегодно на Землю оседает около 1 млн. т. мельчайшей космической пыли. Более крупные фрагменты падают значительно реже, например, фрагменты от 1 до 20 м падают с частотой раз в несколько месяцев, фрагменты более 30 м – с интервалом примерно в 300 лет. На поверхности Земли остались следы от огромных астероидов, которые повлияли на жизнь планеты и ее историю. Таких напоминаний о катастрофах известно около двухсот, остальные или скрыты в океане, или стерты временем.

### **Космические тела**

*Астероиды* — скалистые и металлические космические тела, вращающиеся вокруг Солнца, но слишком малы, чтобы считаться планетами.

Метеориты представляют собой природные объекты, которые имеют астероидное или кометное происхождение.

Существуют различные методы определения астероидной опасности. Одним из методов является Туринская шкала (рисунок 1), принятая Международным астрономическим союзом (МАС) в 1999г. Она связывает кинетическую энергию угрожающего тела и вероятность столкновения, в ней насчитывается 11 степеней риска.

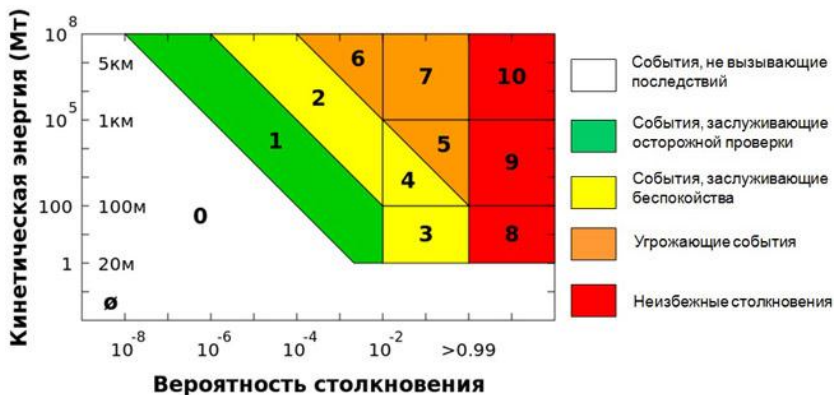


Рисунок 1. – Туринская шкала астероидной опасности.

В таблице 1 рассмотрены наиболее примечательные места приземления космических тел на нашей планете.

Таблица 1. – Наиболее примечательные кратеры Земли

Дата падения	Название кратера	Размеры кратера	Описание
2 млрд лет назад	Купол Вредефорт (Южная Африка)	378 км	Самый древний и (на момент катастрофы) самый крупный из подобных кратеров на Земле. Он возник в результате самого массивного выделения энергии за всю историю нашей планеты. Возможно, это событие изменило ход эволюции одноклеточных организмов.
65 млн. лет назад	Чиксулюбский бассейн (Юкатан, Мексика)	175 км	Взрыв этого астероида вызвал грандиозные цунами и землетрясения силой 10 баллов. Ученые полагают, что именно из-за него вымерли динозавры, а также 75% всех других видов животных, населявших Землю.
50 тыс. лет назад	Кратер Берринджера (Аризона, США)	1,23 км	Самый первый кратер от падения метеорита, обнаруженный на Земле. Кроме того, он сохранился лучше других. В 1960-е годы астронавты проводили тренировки, оттачивая приемы сбора образцов грунта для выполнения программы Apollo.



Нашу страну тоже посещали различные космические объекты. Самый крупный белорусский метеорит — Гресский. Кроме этого, известно о 5 метеоритах, которые падали на территории Республики Беларусь (к примеру, Брагинский метеоритный дождь, Черный Бор, Забродье и Жмень, Логойская астропроблема).

*Челябинский метеорит.* 15 февраля 2013 года примерно в 9 часов 20 минут по местному времени в Челябинске упал метеорит. По оценкам экспертов, в том числе специалистов НАСА, метеорит был весом 10 тонн и диаметром не менее 17 м, вошел в атмосферу Земли со скоростью 18 км/ч. Полет метеорита после вхождения в нашу атмосферу длился не более 40 секунд. Взрываться космическое тело начало на высоте 20 километров. От взрыва мощностью около 470 килотонн (это в 30 раз больше, чем при взрыве бомбы в Хиросиме) образовались многочисленные осколки и куски, которые стремительно врезались в челябинские земли.

*Тунгусский метеорит.* 30 июня 1908 года в сибирской тайге в районе реки Подкаменная Тунгуска взорвался и упал загадочный объект, позднее названный Тунгусским метеоритом. Яркий шар был виден в Центральной Сибири в радиусе 600 километров, а слышен в радиусе 1000 километров. Мощность взрыва позже оценили в 10-50 мегатонн, что соответствует энергии двух тысяч атомных бомб, сброшенных на Хиросиму в 1945 году, или энергии самой мощной водородной бомбы. Воздушная волна была настолько сильной, что повалила лес в радиусе 40 километров. Общая площадь поваленного леса составила около 2200 квадратных километров.

Гипотез природы Тунгусского метеорита много. Однако самой правдоподобной признается гипотеза о том, что Тунгусский пришелец был ядром или обломком ядра кометы, который ворвался в атмосферу Земли, разогрелся от трения о воздух и взорвался, не долетев до земной поверхности - вот почему нет кратера.

*Апофис.* Апофис – астероид, названный именем древнеегипетского бога мрака и разрушения. 13 апреля 2029 года в 4:36 по Гринвичу Апофис 99942 массой 50 млн. тонн и диаметром 320 м пересечет орбиту Луны и направится к Земле со скоростью 45 000 км/ч.

Ученые на 99,7% уверены, что астероид пролетит мимо Земли на расстоянии 30–33 тысячи километров. Также ученые подсчитали: если Апофис окажется точно на расстоянии в 30404,5 км от нашей планеты, он должен попасть в гравитационную «замочную скважи-

ну». Это ловушка, где сила притяжения Земли способна развернуть полет Апофиса в опасном направлении.

### **Заключение**

Падение астероидов – проблема, угрожающая безопасности цивилизации. Невозможно предугадать, на территорию какой страны они упадут. Чебаркульский метеорит всколыхнул мир и в очередной раз показал, что мы недооцениваем космические угрозы, не умеем успешно их предотвращать, поскольку это требует консолидированных усилий всего мирового сообщества. Эта проблема из научной, технической, экономической, военной перерастает в политическую глобального масштаба. Решать ее можно следующими способами: совершение сильный лобовой удар, изменение орбиты объекта толкачом, воздействие тягачом, подрыв и поджаривание ядерным зарядом. Главное – успеть предпринять действия до того, как катастрофа станет неизбежной.

### **Литература**

1. Астрономия и телескопия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.astronomer.ru/>
2. Астероиды, кометы, метеориты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cometasite.ru/>
3. Астероиды - космические лилипуты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://galspace.spb.ru/>
4. FB.ru [Электронный ресурс] / Наука – Режим доступа <http://fb.ru/category/99/science/20>
5. Мир космоса [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://mirkosmosa.ru/vseennaya/asteroidy>

## **АВАРИЯ НА АЭС ФУКУСИМА-1. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ**

**Лисай П. О., Гатенадзе Д. Б.**

(научный руководитель – Банников С. Н.)  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** *Авария на АЭС Фукусима-1* – крупная радиационная авария максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий, произошедшая 11 марта 2011 года в результате сильнейшего в истории Японии землетрясения и последовавшего за ним цунами.

### **Введение**

Атомная энергетика – практически неисчерпаемый источник недорогой электроэнергии, которая с середины прошлого века спасает мир от энергетического голода.

Фукусима-1 входила в число мощнейших АЭС мира. Она состоит из 6 энергоблоков, которые до аварии отдавали в электрическую сеть до 4,7 гигаватт энергии. На момент катастрофы в рабочем состоянии находились только 1, 2 и 3-й реакторы, 4, 5 и 6-й реакторы были остановлены для планового ремонта, причем топливо из четвертого реактора было полностью выгружено и находилось в бассейне выдержки. Также на момент катастрофы в бассейнах выдержки каждого энергоблока находился небольшой запас свежего топлива и достаточно большое количество отработанного.

Жертв: 2 погибших и 6 раненых в момент катастрофы, еще 22 человека получили травмы во время ликвидации аварии, 30 человек получили опасные дозы облучения.

### **Причины катастрофы**

Авария на АЭС Фукусима-1 – единственная радиационная катастрофа, вызванная стихийным бедствием. И, казалось бы, здесь можно винить только природу, но, как это ни удивительно, в аварии виноваты и люди.

Интересно, что печально известное землетрясение, случившееся 11 марта 2011 года, нельзя считать главной причиной аварии на Фукусиме – после первых толчков все работающие на АЭС реакторы были заглушены системой аварийной защиты. Однако примерно через час станцию накрыла волна цунами высотой почти 6 метров, что привело к фатальным последствиям – выключились штатные и аварийные системы охлаждения реакторов, а затем последовала цепочка взрывов и выбросов радиации.

Всему виной – волна, которая вывела из строя все источники электропитания систем охлаждения, а также затопила резервные дизельные электростанции. Реакторы, лишенные охлаждения, стали нагреваться, в них расплавилась активная зона, и лишь самоотверженные действия персонала станции спасли мир от нового Чернобыля. Хотя Фукусима могла стать пострашнее Чернобыля – на японской станции в аварийном положении оказалось сразу три реактора.

А в чем же вина людей? Все очень просто: при проектировании станции (а строить ее начали еще в 1966 году) были неверно выбраны места для расположения дизельных электростанций и не продуман подвод электроэнергии к штатным системам охлаждения реакторов. Получилось так, что реакторы выдержали колоссальные нагрузки, но вспомогательные системы вышли из строя от первого удара стихии.

### **Хроника событий**

Первый удар стихия нанесла в *14:46* местного времени. Работавшие на тот момент реакторы АЭС Фукусима-1 (энергоблоки № 1, 2 и 3) были заглушены сработавшими системами аварийной защиты. И все бы обошлось, но примерно в *15:36* дамбу, защищающую станцию с моря, настигла волна цунами высотой 5,7 метра.

Волна легко перелилась через дамбу, проникла на территорию АЭС, нанося различные повреждения, начала затоплять здания и помещения, и в *15:41* вода вывела из строя штатные системы электропитания систем охлаждения реакторов и аварийные дизельные электростанции. Именно этот момент можно считать нулевой точкой отсчета катастрофы.

Уже *вечером 11 марта* в гермооболочке энергоблока № 1 было зафиксировано значительное повышение давления, которое вдвое превысило допустимое. А в *15:36 12 марта* прогремел первый

взрыв, в результате которого было частично разрушено здание энергоблока, но реактор не пострадал. Причиной взрыва стало скопление водорода, который выделяется при взаимодействии перегретого пара и циркониевых оболочек топливных сборок.

На второй день после катастрофы – *утром 12 марта* – было принято решение охлаждать реактор № 1 подачей морской воды. Сначала от этой меры хотели отказаться, так как морская вода, насыщенная солями, ускоряет процессы коррозии, однако иного выхода не было, взять многие тысячи тонн пресной воды было просто неоткуда.

*Утром 13 марта* было зафиксировано повышение давления внутри реактора № 3, и в него тоже началась подача морской воды. Однако *в 11:01 утра 14 марта* в третьем энергоблоке раздался взрыв (как и в первом энергоблоке, взорвался водород), который не привел к серьезным повреждениям. Вечером этого же дня началась подача морской воды внутрь реактора № 2, но *в 6:20 утра 15 марта* и в его помещениях прогремел взрыв, не повлекший серьезных разрушений. В это же время взрыв раздался и в энергоблоке № 4, как предполагается — в хранилище ядерных отходов. В результате конструкции четвертого энергоблока получили серьезные повреждения.

Именно закачка морской, а затем пресной воды в реакторы стала главной стратегией стабилизации ситуации. Вода в реакторы подавалась вплоть до конца мая, когда удалось восстановить замкнутую систему охлаждения. Только 5 мая в энергоблок № 1 впервые после аварии зашли люди – всего на 10 минут, так как уровень радиоактивного загрязнения был очень высок.

Полностью заглушить реакторы и перевести их в режим холодной остановки удалось только к середине декабря 2011 года.

### **Последствия аварии на Фукусиме**

Самое неприятное во всех радиационных авариях – заражение воздуха, воды и земли высокоактивными продуктами деления ядерного топлива. То есть – радиационное заражение местности. Определенный вклад в это загрязнение внесли взрывы на энергоблоках, которые произошли с 12 по 15 марта 2011 года – пар, выброшенный из гермооболочек реакторов, нес в себе некоторое количество радионуклидов, осевших вокруг станции.

Однако наибольшие загрязнения произвела морская вода, кото-

рая закачивалась в реакторы в первую неделю после аварии. Ведь эта вода, проходя активную зону реакторов, снова попадала в океан. В результате уже к 31 марта 2011 года радиоактивность океанской воды на расстоянии 330 метров от станции превышала допустимую норму в 4385 раз! В настоящее время этот показатель значительно снизился, но радиоактивность побережья у станции практически в 100 раз выше всех допустимых норм.

Выбросы радиоактивных веществ вынудили уже 11 марта провести эвакуацию людей из 2-километровой зоны вокруг станции, а уже к 24 марта радиус зоны эвакуации увеличился до 30 км. Всего по разным подсчетам было эвакуировано от 185 до 320 тысяч человек, однако в это число входят и эвакуированные с территорий, подвергшихся серьезным разрушениям от землетрясения и цунами.

Что касается воздействия аварии на здоровье людей, то особых опасений по этому поводу нет. Считается, что даже жители 2-километровой зоны получили минимальные дозы облучения, не представляющие опасности – ведь основное загрязнение местности произошло уже после эвакуации. Однако по заявлению экспертов, истинные последствия катастрофы для здоровья людей будут ясны не раньше, чем через 15 лет.

### **Заключение**

Авария на АЭС Фукусима-1 имела последствия и совершенно иного рода. Япония из-за остановки всех своих атомных станций была вынуждена значительно увеличить выработку электроэнергии на традиционных тепловых станциях. Но самое главное, что авария стала причиной ожесточенных споров по поводу необходимости атомной энергетики для Японии, и вполне возможно, что страна к 2040-м годам вообще откажется от использования АЭС.

### **Литература**

1. Электронный ежедневный журнал [Электронный ресурс] : новости со всего мира. – Электрон. дан. (25 файлов). Режим доступа: <http://www.ejnew.com> свободный. — Загл. с экрана.
2. Белорусский портал TUT.BY [Электронный ресурс] : Новости политики, экономики, бизнеса, культуры, спорта, хроника происшествий — Электрон. дан., Режим доступа: <http://www.tut.by/> свободный. – Загл. с экрана.

## **РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Москвин А. Ю., Москвин А. Ю.**

(научный руководитель — Банников С. Н.)  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

Развитие промышленности конце 20 века повлекло за собой ряд неблагоприятных последствий, которые ухудшили условия существования человека. Одним из этих последствий стало увеличение радиационного фона. Природные источники, конечно сильно влияют, но для людей проживающих в больших городах к ним добавились еще и искусственные. Такие как стройматериалы, загрязненный воздух, продукты питания, зараженные предметы. Даже самые малые дозы облучения вызывают необратимые генетические изменения, которые передаются из поколения в поколение, приводят к развитию синдрома Дауна, эпилепсии, появлению других дефектов умственного и физического развития. Поэтому контроль за источниками радиации и обеспечение радиационной безопасности очень важно.

Для обеспечения радиационной безопасности при воздействии радионуклидов Законом предписывается проведение производственного контроля строительных материалов, проектирование, строительство, приемка и эксплуатация зданий и сооружений с учетом гамма-излучения природных радионуклидов. Закон запрещает использование строительных материалов и изделий, не отвечающих требованиям к обеспечению радиационной безопасности.

Так как человек большую часть своей жизни проводит в здании, то помимо природного излучения он испытывает и нагрузки от техногенно измененной среды обитания и в первую очередь, от строительных материалов, которые использованы при строительстве зданий.

В последние годы наметилась положительная тенденция к ук­азанию радиационной активности в технической документации на строительные материалы камнедобывающей и обрабатывающей отраслей.

Однако сегодня не предъявлены требования к многочисленным вариантам сухих смесей для штукатурных и других подготовительных работ под окончательную отделку фасадных поверхностей и поверхностей внутри помещений, несмотря на то, что для их изготовления практически всегда применяют песок.

### **Заключение**

На основании проведенных опытов зарубежными и белорусскими учеными, можно сделать вывод, что обеспечение норм радиационной безопасности в строительном комплексе будет выполняться, а радиационное загрязнение будет уменьшаться, за счет снижения облучения от естественных и искусственных радионуклидов, содержащихся в строительных материалах и конструкциях.

### **Литература**

1. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
2. Закон РБ «О радиационной безопасности населения».
3. Нормы радиационной безопасности: НРБ-2000.
4. Отчетный доклад Генеральной Ассоциации ООН, НКДАР, 2000.
5. Матвеев, А.В. Радон в природных и техногенных комплексах Беларуси/ А.В. Матвеев[и др.]// Литосфера. – 1996. - №5. С.27-35.
6. Порядок обследования и критерии оценки радиационной безопасности площадок под застройку: РДС 1.01.18-2002.



## **ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В СОСТАВЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Новиков П. И., Колонович А. В.**

(научный руководитель – Банников С. Н.)

Белорусский Национальный Технический Университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассмотрим основные радиационные изыскания и исследования, их выявление и определение на строительных площадках.

### **Введение**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (ТКП 45-2.03-134-2009) устанавливает порядок обследования и критерии оценки радиационной безопасности участков для строительства жилых, общественных и производственных зданий различного назначения, построенных, реконструируемых и капитально ремонтируемых жилых домов, общественных и производственных зданий и сооружений.

Радиационно-экологические изыскания для строительства - комплекс инженерных изысканий, выполняемых с целью получения информации о радиационной обстановке на территории для последующего определения состава, последовательности и объема мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения на участке застройки и в здании. Радиационно-экологические исследования и изыскания в районах планируемого и осуществляемого строительства проводят на основании требований Законов Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Радиационные изыскания и исследования включают в себя:

- оценку мощности дозы гамма-излучения на территории строительства;
- оценку радиационных характеристик грунтов;

— оценку радоноопасности территории.

Основными потенциальными источниками техногенного радиоактивного загрязнения окружающей среды являются предприятия, работающие с источниками ионизирующего излучения, хранилища радиоактивных отходов, пункты захоронения отходов дезактивации, территории, загрязненные в результате аварий с выбросом радиоактивных веществ. Степень радиационной безопасности человека определяется годовой эффективной дозой облучения от природных и техногенных источников. При этом эффективная доза облучения для населения не должна превышать 1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год.

При выборе участков территорий под строительство жилых домов и зданий социально-бытового назначения предпочтительны участки с уровнем мощности дозы гамма-излучения (МД-г), не превышающим 0,3 мкЗв/ч. При обнаружении на участках застройки грунта с МД-г более 0,3 мкЗв/ч до начала других работ должен быть выявлен характер загрязнений и, по согласованию с органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, определены и проведены защитные мероприятия с учетом интенсивности радиационного воздействия на население.

Для выявления и оценки опасности источников внешнего гамма-излучения проводятся:

— радиационная съемка (определение мощности дозы внешнего гамма-излучения — МД-г);

— определение удельной эффективной активности ЕРН в грунтах.

Радиационную съемку (определение МД-г) на участке застройки проводят с использованием дозиметрического оборудования, включенного в Государственный реестр средств измерений и прошедшего поверку. Обследование в поисковом режиме производят путем непрерывного прослушивания сигнала дозиметра (или наблюдения показаний прибора) при движении оператора по профилю или синусоидальном перемещении детектора прибора на высоте около 10 см от поверхности земли. При этом скорость движения оператора не должна превышать 2 км/ч.

Радон - общее название газообразных радионуклидов уранового (радон — Rn-222) и ториевого (торон — Rn-220) рядов. Радоноопасность участка застройки определяется по средним значениям

плотности потока радона с поверхности грунта, измеренным в пределах контура проектируемого здания. Оценку потенциальной радоноопасности участка можно производить на основе анализа имеющихся фондовых материалов местных организаций, проводящих данные исследования, или по результатам изысканий. Оценка потенциальной радоноопасности территории осуществляется по комплексу геологических и геофизических признаков.

К геологическим признакам относятся:

- наличие определенных петрографических типов пород;
- присутствие радона в подземных водах и выход радоновых источников на поверхность.

Геофизические признаки включают:

- уровни объемной активности радона (ОА) в почвенном воздухе;
- эквивалентную равновесную объемную активность радона в зданиях и сооружениях, эксплуатируемых на исследуемой территории и в прилегающей зоне;
- высокую активность радия-226 в породах, слагающих геологический разрез.

### **Литература**

1. Гигиенические нормы ГН 2.6.1.8-127-2000 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000).
2. Санитарные правила и нормы Республики Беларусь Сан-ПиН 2.6.1.8-8-2002 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002).
3. Санитарные правила и нормы Республики Беларусь Сан-ПиН 2.6.2.11-4-2005 Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения.
4. Санитарные правила и нормы Республики Беларусь Сан-ПиН 8-16 РБ 2002. Основные санитарные правила и нормы проектирования, строительстве, реконструкции и вводе в эксплуатацию.

## **СРАВНЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЦУНАМИ 2004 ГОДА В ИНДИИ И 2011 В ЯПОНИИ**

**Розова Ю. Е, Шкурко Д. О.**

(научный руководитель – Мякота В. Г.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В этой статье мы рассмотрели одни из самых масштабных цунами 21 века: цунами в Индийском океане 2004 года и в Тихом океане 2011 года. Был проведен сравнительный анализ причин и последствий этих катастроф.

### **Введение**

Цунами – это опасное природное явление, представляющее собой морские волны, возникающие в результате сдвига вверх или вниз протяженных участков морского дна при подводных и прибрежных землетрясениях. Сформировавшись, цунами может распространяться с большой скоростью (до 1000 км/ч) на несколько тысяч километров, при этом его высота в области возникновения от 0,1 до 5 метров. При достижении мелководья может достигать от 10 до 50 метров. Огромные массы воды, выбрасываемые на берег, приводят к затоплению местности, разрушению зданий и сооружений, линий электропередачи, дорог, мостов, причалов, а также к гибели людей и животных.

26 декабря 2004 года в Индийском океане произошло землетрясение магнитудой 9,3 балла. Вслед за ним Индонезию, Шри-Ланку, юг Индии, Таиланд и еще 14 стран накрыло цунами. Эпицентр подземных толчков находился в Индийском океане, к северу от острова индонезийского острова Симёлуэ. Волны высотой до 30 метров уже через 15 минут достигли берегов ближайших стран, до самых отдаленных уголков Индийского океана цунами добралось спустя семь часов. Многие государства были не готовы к такому удару стихии - большинство прибрежных зон было застигнуто врасплох. Точное количество погибших до сих пор не установлено – оно ко-

леблется от 235 тысяч человек до 300 тысяч, десятки тысяч пропали без вести, более миллиона человек остались без домов. Было разрушено множество зданий и сооружений, также цунами стало причиной крупнейшей железнодорожной катастрофы в Шри-Ланке.

Еще одно наиболее масштабное цунами произошло на северо-востоке Японии 11 марта 2011 года, которое было вызвано землетрясением магнитудой 9,0 баллов. Эпицентр землетрясения находился в 373 километрах северо-восточнее Токио, очаг залегал на глубине 24 километров. Цунами произвело массовые разрушения на северных островах японского архипелага. Оно распространилось по всему Тихому океану, во многих прибрежных странах, в том числе по всему тихоокеанскому побережью Северной и Южной Америки от Аляски до Чили было объявлено предупреждение и проводилась эвакуация. Официальное число погибших в результате землетрясения и цунами в 12 префектурах Японии составляет 15870 человек, тысячи людей числятся пропавшими без вести.

Стихийное бедствие привело к развитию аварии на японской АЭС "Фукусима-1". В результате пришедшей волны цунами были затоплены дизельные генераторы, расположенные снизу на каждом из энергоблоков АЭС. Также произошел перегрев активных зон, что вызвало скопление водорода, которое привело к серии взрывов.

Следствием этого стал выброс радиоактивности во внешнюю среду, после чего радиоактивные вещества были обнаружены в питьевой воде, овощах, чае, мясе и других продуктах. Общий объем выбросов йода-131 и цезия-137 после аварии на АЭС составил 900 тысяч терабеккерелей.

Основные характеристики обоих цунами приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Характеристики цунами в Индийском океане 2004 года и Тихом океане 2011 года

Признаки	Индийский океан	Тихий океан
Причина цунами	Землетрясение	Землетрясение
Магнитуда	9,1 – 9,3	9,0
Высота волны у побережья	до 30 м	40,5 м
Скорость волны	600-1000 км/ч	20 км/ч
Длительность цунами	около 16 часов	около 12 часов

Таблица 2. – Последствия цунами в Индийском океане 2004 года и Тихом океане 2011 года

Признаки	Индийский океан	Тихий океан
Погибло людей	227 898	15 870
Пропало без вести	Десятки тысяч	14 554
Эвакуировано	1,6 млн	141 343
Количество пострадавших государств	18	13
Денежный ущерб стран	14 млрд. долларов	277 млрд. долларов

Само по себе обнаружение цунами не так легко, так как в тот момент, когда волна находится далеко от берега, она не имеет большой высоты, такой, которую может обнаружить сеть сенсоров и датчиков. В Индийском океане в 2004 году еще не существовало самой системы обнаружения цунами и, что самое важное, системы общего оповещения населения прибрежных районов. И только после этой трагедии Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО было поручено разработать и внедрить Систему предупреждения о цунами и смягчения их последствий в Индийском океане, которая начала функционировать в 2006 году.

Если в Индийском океане данной системы не существовало, то в Японии такая система не принесла особой пользы, так как после мощного землетрясения на острова обрушились многометровые волны цунами, которые практически сразу вывели из строя вместе с источниками питания и саму систему, работающую от электричества. Впоследствии японская компания разработала новую систему заграждений от цунами, которая автоматически реагирует на удар волны и задерживает распространение водного потока. Также в 2015 году был разработан проект по возведению системы волнорезов, длиной 400 километров. Однако мнения о таком виде защиты противоречивы, многие считают, что это не сможет в полной мере защитить население, а только ослабит их бдительность.

Таким образом, основными мерами по защите от цунами являются:

- создание системы наблюдения, прогнозирования и оповещения;

- подготовка маршрутов для эвакуации населения;
- подготовка населения к действиям в условиях цунами;
- посадка деревьев, сосновых рощ.

### **Заключение**

Обе исследуемые катастрофы вошли в 10 самых разрушительных цунами в мире. На восстановление стран, пострадавших от цунами было затрачено много денежных и трудовых ресурсов. Для того чтобы странам, находящимся в зоне возможного возникновения цунами, избежать смертоносных разрушений, необходимо, в первую очередь, разработать эффективные системы обнаружения цунами и оповещения населения о нем заблаговременно, чтобы люди смогли покинуть опасную зону, большая часть домов и офисных зданий необходимо, по возможности, перенести на возвышенности. Организовать в стране специальные команды для оказания помощи населению при эвакуации.

### **Литература**

1. Бриндза П.М. Анализ катастрофы 11 марта 2011 года в Японии/ Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях: материалы 67-й студенческой научно-технической конференции, БНТУ. – Минск, 2011. – С. 17-21.
2. <http://ria.ru/spravka/20141226/1039983801.html>
3. <http://ria.ru/spravka/20130311/926334197.html>
4. <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2449346>

## **СРАВНЕНИЕ И ПОСЛЕДСТВИЯ САМЫХ РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ XX ВЕКА И ПЕРВОГО ДЕСЯТИЛИТИЯ XXI ВЕКА**

**Таланова Ю. П., Сергиенко Е. К.**

(научный руководитель – Мякота В.Г.)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В работе произведено сравнение последствий наиболее разрушительных землетрясений XX и XXI века, а также предоставлена информация по определению силы сейсмических толчков.

### **Введение**

Стихийные действия сил природы, пока еще не в полной мере подвластные человеку наносят экономике государства и населению огромный ущерб. Землетрясение, как правило, сопровождается множеством звуков различной интенсивности в зависимости от расстояния до источника его возникновения. В горах возможны обвалы и лавины. Если землетрясение происходит под водой, возникают огромные волны - цунами, вызывающие страшные разрушения на суше. Последствия сильных землетрясений в некоторой степени похожи на последствия ядерного взрыва. По-гречески землетрясение - *seismos*; следовательно, сейсмические явления - это те, что связаны с землетрясениями. Землетрясения зарождаются в глубоких недрах Земли, не доступных прямому наблюдению и измерению.

Землетрясения – это явление геофизическое, а не только геологическое. Наука о землетрясениях, сейсмология, сделала серьезные успехи в познании объекта своего исследования. При землетрясении происходит колебание грунта; волны, которые вызывают землетрясения, называются сейсмическими. Точку, из которой расходятся сейсмические волны, называют фокусом землетрясения, а точку на поверхности земли, находящуюся над фокусом, называют эпицентром землетрясения.

По глубине землетрясения можно отнести к категориям: проме-



жуточные, глубокофокусные и мелкофокусные. По происхождению землетрясения делятся на ряд типов: тектонические (обусловлены мгновенной разрядкой напряжений в слоях горных пород; к этому типу относятся все катастрофические землетрясения, охватывающие огромные площади); вулканические (связаны с давлением поднимающейся магмы; наблюдаются при взрывных извержениях); экзогенные (происходят при обрушении кровли карстовых пустот, падении метеоритов и т.д.); техногенные (обусловленные деятельностью человека (заполнение водохранилищ, взрывы и др.)).

В основе локальной шкалы магнитуд Рихтера лежит величина максимальной амплитуды сейсмических волн, зарегистрированная стандартным сейсмографом на определенном расстоянии от эпицентра землетрясения. Она зависит от максимальной амплитуды смещения частиц почвы. Рихтер предложил для оценки силы землетрясения в его эпицентре использовать десятичный логарифм перемещения в микрометрах ( $A$ ) иглы стандартного сейсмографа, расположенного на расстоянии не более 600 км от эпицентра, по эмпирической формуле  $ML = \lg A + f$ , где  $f$  – корректирующая функция, вычисляемая по таблицам в зависимости от расстояния сейсмографа до эпицентра.

Энергия землетрясения при этом примерно пропорциональна  $A^{3/2}$ , то есть увеличение магнитуды на единицу соответствует увеличению амплитуды колебаний в 10 раз и увеличению энергии примерно в 32 раза.

#### Самые крупные землетрясения XX и XXI века

За последнее столетие произошло очень много землетрясений на всем земном шаре, повлекших за собой многочисленные жертвы и разрушения (см. табл. 1).

Таблица 1. – Сравнение землетрясений XX и XXI века

Кол-во жертв	Дата	Место	Балл по шкале Рихтера
XX век			
от 300000 до 655000 погибших	28 июля 1976	Тянь-Шань (КНР)	8,2
100000 - 150000 человек	5-6 октября 1948	Ашхабад (Туркмения)	7,3
67000 погибших	31 мая 1970	Перу	7,9
50000 погибших	21 июня 1990	Иран	7,7
25000 погибших.	16 сентября 1978	Тебес (Иран)	7,7
25000 погибших	19-20 сентября 1985	Мехико (Мексика)	8,0
25000 погибших	7 декабря 1988	Спитак (Армения)	10
23000 погибших	4 февраля 1976	Гватемала	7,5
17000 погибших	17 августа 1999	Измир (Турция)	7,7
6000 погибших	22 декабря 1972	Никарагуа	
5100 погибших	17 января 1995	Япония	7,2
5000 погибших	30 мая 1998	Афганистан	7,1
2040 погибших	28 мая 1995	Сахалин (Россия)	9
XXI век			
232000 погибших.	12 января 2010	Гаити	7,0
230000 погибших.	26 декабря 2004	Южная Азия	9,3
87000 тысяч человек.	Май 2008	Сычуань (Китай)	7,9
73000 погибших	Октябрь 2005.	Пакистан	7,6
30000 погибших	26 декабря 2003	Бам (Иран)	6,7
20000 погибших	26 января 2001	Бхудж (Индия)	7,7
6618 погибших	Май 2007	о. Ява (Индонезия)	6,2
5100 погибших	27 мая 2006	Индонезия	6,3
1300 погибших	Март 2005	о. Ниас (Индонезия)	8,2
1100 погибших	Октябрь 2009	Суматра (Индонезия)	7,6

## **Заключение**

Стихийные бедствия полностью еще не полностью подвластны населению и наносят населению большой ущерб. Особо активные сейсмические зоны находятся в районе Центральной Америки и Калифорнийского залива, южные районы Тихого океана, огибая Австралию. В Европе от землетрясений чаще всего страдают Турция, Греция, Югославия, Италия, Испания и Португалия. Землетрясения могут сопровождаться и оползнями, разжижением грунта, смещением пород, лавинами, наводнениями, гигантскими пожарами. Землетрясение - бедствие, которое пока не поддается точному предсказанию, поэтому нужно быть готовым вести себя в чрезвычайных ситуациях адекватно, не паниковать и уметь оказывать необходимую помощь посторонним людям.

## **Литература**

1. Болт Б. А. Землетрясения. М.: Мир, 1981. 256 с.
2. Зубков С. И. Предвестники землетрясений. // М.: ОИФЗ РАН. 2002, 140 с.
3. Каррыев Б.С. Катастрофы в природе: Землетрясения. RIDERO. 2016.





