Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Научный журнал

**В выпуске собраны материалы
XXXIV международной научной конференции
«Тенденции развития науки и образования»**

31 января 2018 г.

НОМЕР 34

ЧАСТЬ 4

LJOURNAL.RU

Самара 2018

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Тенденции развития науки и образования. Научный журнал. В выпуске собраны материалы XXXIV международной научной конференции «Тенденции развития науки и образования» 31 января 2018 г. Часть 4 Изд. НИИЦ «Л-Журнал», 2018. - 76с.

SPLN 001-000001-0248-LJ
DOI 10.18411/lj-31-01-2018-4
IDSP 000001:lj-31-01-2018-4

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXXIV международную научно-практическую конференцию **Тенденции развития науки и образования**

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljjournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0248-LJ

<http://ljjournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ IX. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	6
Ефимов С.Е., Герасимов А.И. Превентивная защита от разливов нефти на подводных переходах нефтепроводов	6
Захаров Е.А., Митюрин П.А., Зуб И.В. Оптимизация технологических процессов обработки накатных грузов.....	8
Кафиев И.Р., Галлямова Л.Р. Фильтросимметрирующие устройства для снижения влияния несимметрии напряжения источника питания на надежность линейного асинхронного двигателя	12
Клименко С.В. , Тихомиров Д.А. Применение УФ и ИК- излучения для пастеризации молока в тонкопленочной установке.....	14
Никулина Н.С., Булатецкая Т.М., Вережников В.Н., Никулин С.С., Власова Л.А Выделение эмульсионных каучуков из латекса с применением сернокислых солей	17
Петрова А.М., Яковлев В.В. Анализ радиационной обстановки Санкт – Петербурга и Ленинградской области	19
Филатова Ю.Д. История возникновения высших учебных заведений. Университетский кампус.....	24
Хохолов Ю.А. Тепловой расчет послойного намораживания пород при разработке полезных ископаемых в криолитозоне	26
Dmitrienko N.A., Avdeeva T.G., Alekseenko J.V. The research of methods and development of the system for Twitter messages sentiment analysis	30
РАЗДЕЛ X. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	35
Понамарев Н.С., Козлов В.В., Тимофеев А.В. Виды моделирования информационных систем	35
Скрипина И.И. Анализ преимуществ использования сетей с большим радиусом действия и низким энергопотреблением.....	37
Чулюков В.А. Модель организационного управления образовательной системой: обеспечивающая компонента.....	39

РАЗДЕЛ XI. МЕДИЦИНА	42
Бирюков Н.Ю., Бончева Т.Ю., Слободина Я.А., Гулуа Г.А., Расщепкина А.А. Использование информационных технологий для облегчения конструкции аппарата Илизарова.....	42
Варламов Д.А., Небогатилов Р.С. Разработка конструкции четырехстворчатого протеза клапана сердца.....	43
Викулова М.А., Костин К.Б., Горшков Н.В., Шляпкина А.А., Ямбиков Р.Ш., Ярахмедов М.Г., Пичхидзе С.Я. Синтез и идентификация хлор-гидроксипатита.....	45
Гохман М.А., Рассказова И.С. Аналитика и изменение модели тазобедренного сустава	46
Джамгарова А.А., Бирюкова К.С., Поршнев А.В., Клубков И.И. Расчет НДС эндопротеза плечевого сустава облегченной конструкции	48
Дмитриева К.В., Сулыга В.Г. К вопросу об усовершенствовании конструкции коленного эндопротеза	49
Кузин Э.И., Юрова А.Н. Анализ статических характеристик глазного эндопротеза ...	51
Нагуманова Ж.Г., Янгильбиев М.С. Исследование НДС протеза стопы с несущим модулем голени	52
Патлатый К.Э., Червяков А.В. Модернизация конструкции бедренного компонента протеза коленного сустава	53
Чиркова Н.В., Полушкина Н.А., Лисин А.С., Деревнина Н.Г., Орешкина Д.А. Анализ эффективности применения термопластов для базисов съемных протезов в клинике ортопедической стоматологии.....	55
Шепель Л.А., Загибашев М.В., Патлатый К.Э., Червяков А.В. Анализ и улучшение статических и медико-биологических характеристик эндопротеза коленного сустава .	57
РАЗДЕЛ XII. БИОЛОГИЯ	60
Джафаров М.М., Азадалиева С.Ф., Гусейнова С.И., Сулейманова Г.Ч., Ганбарова Х.Г. Изучение образования наночастиц серебра у штамма дрожжевого гриба <i>Saccharomyces ellipsoideus</i> BDU – XR1 в зависимости от времени инкубации ...	60
РАЗДЕЛ XIII. ХИМИЯ	61
Бочкор С.А., Кузнецов В.В. Конформационный анализ дифосфина.....	61

РАЗДЕЛ XIV. АРХИТЕКТУРА 63

Котов Ф.В., Волков Д.В. Напряжённо-деформированное состояние массивного негрунтового двухслойного экрана каменно-набросной плотины при температурном воздействии эксплуатационного периода 63

РАЗДЕЛ XV. ГЕОГРАФИЯ 67

Старожилов В.Т. Методология стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения регионов 67

РАЗДЕЛ XVI. ГЕОЛОГИЯ 73

Иудин М.М. Проблемы геомеханики: прогноз исходного напряженного состояния массива горных пород 73

РАЗДЕЛ IX. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ефимов С.Е., Герасимов А.И.

Превентивная защита от разливов нефти на подводных переходах нефтепроводов

*Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-50

idsp: 000001:lj-31-01-2018-50

Аннотация

В статье представлены способы, обеспечивающие превентивную защиту водных объектов при аварийных разливах нефти на подводных переходах нефтепроводов. Дано их техническое описание и принцип работы. Преимуществом устройств монтируемых над подводным переходом нефтепроводов является их круглогодичная готовность.

Ключевые слова: подводный переход нефтепровода, разлив нефти, сорбент, сорбирующее покрытие, сбор нефти.

Общим недостатком многих технических решений по ликвидации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов является то, что устройства монтируются после утечки нефти из аварийного объекта.

На сегодняшний день одним из эффективных способов снижения уровня загрязнения воды нефтью при проколах или разрывах нефтепровода может стать установка защитного сорбирующего покрытия, размещенного на дне водоема непосредственно над местом прокладки нефтепровода в траншее.

Результаты анализа некоторых сорбентов российского производства [1], их основные характеристики и эффективность приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Технические характеристики и эффективность нефтяных сорбентов

Характеристика сорбента	СТРГ	Лессорб	Эколан	Суперсорбент	Экосорб
Основа	Окисленный графит	Мох	Органоминеральный	Пенополиуретан	Полипропилен
Внешний вид	Порошок	Крошка	Порошок	Гранулы	Полотно
Плотность, кг/м ³	10-12	177	150-200	20	40
Сорбирующая способность, кг/кг	40-60	10-12	3-5	46	22
Утилизация	Сжигание, регенерация	Отжим, сжигание	Биоразложение, сжигание	Сжигание	Сжигание

В ходе исследований более действенным в зимний период с учетом функционирования в подледных условиях показал себя нефтяной сорбент «Экосорб», выпускаемый отечественной промышленностью в виде нетканого полотна больших размеров. Материал «Экосорб» изготавливается иглопробивным способом из полипропиленовых волокон. Его нефтеемкость составляет 18-28 кг/кг, плотность 40 кг/м³ (плотность полотна 0,3 кг/м²). По своим эксплуатационным характеристикам «Экосорб» соответствует лучшим зарубежным образцам, но его стоимость значительно ниже. Еще одно преимущество этого материала - возможность многократного использования после отжима в специальных устройствах.

Конструкция защитного покрытия (рис.1) содержит сорбент 1, размещенный в несколько слоев внутри гибкого сетчатого чехла 2, в верхней части которого между

сеткой и сорбентом прокладывается нефтенепроницаемая полимерная пленка 3. Для прижатия покрытия ко дну к сетчатому кожуху прикрепляются грузы – металлические цепи 4 [2]. Для монтажа защитного покрытия над траншеей протягиваются тросы с помощью лебедки или судна. Ширина покрытия должна быть не менее ширины траншеи. Соотношение между объемом сорбента и весом грузов определяется с учетом увеличения плавучести покрытия при вытеснении в нем воды нефтью. Удельный вес нефти различных месторождений, транспортируемой по трубопроводам, в среднем - 0,84 г/см³. Удельный вес материала, из которого изготавливается сорбент, составляет 0,94-0,96 г/см³. С учетом удельного веса полимерной пленки, близкого к удельному весу воды, можно вычислить, что для удержания защитного покрытия на дне водоема общий вес грузов должен быть не менее 160 кг на 1м³ сорбента. Если при разрыве нефтепровода расчетное количество разлитой нефти - 800 т, то для ее полного поглощения необходимо, чтобы объем защитного покрытия составлял 1000 м³. При ширине 10 м и длине 1000 м толщина сорбента должна составлять 10 см, а общий расчетный вес груза - 160 т. Использование грузов меньшего веса может привести к преждевременному всплытию защитного покрытия, и уровень очищения воды от загрязнения будет соответственно ослаблен.

Рис. 1. Способ защиты водоемов при аварийных разливах нефти.

Другое устройство [3] представляет собой гибкое водонепроницаемое полотно, покрывающее поверхность траншейного перехода реки магистрального нефтепровода, с удельным весом близким к удельному весу воды. В нижней части по течению полотно перегнуто таким образом, что ширина перегиба больше высоты неровностей рельефа дна. По направлению к берегу от средней части полотна ширина перегиба постепенно увеличивается, а на концах полотна предусмотрены рукава, из которых возможна откачка нефти в береговые хранилища. В стационарном положении зона перегиба за счет течения реки удерживается в придонном слое воды (рис.2).

При возникновении аварийной ситуации устройство работает следующим образом. Нефть, постепенно просачиваясь через грунт 1, будет попадать в ограниченное пространство под водонепроницаемым улавливающим полотном 2, проложенным по поверхности подводной траншеи 3, в которую заложен нефтепровод 4 и прижатым к грунту 1 грузами 5. Улавливающее полотно может быть изготовлено, например, из полиэтиленовой пленки. По мере заполнения пространства под улавливающим полотном 2 нефтью зона перегиба будет постепенно распрямляться и поскольку ширина перегиба увеличивается к береговым частям, то поступившая в него нефть в связи с меньшим по отношению к воде удельным весом, будет вытесняться в рукава 6 и перекачиваться в береговое хранилище.

Рис. 2. Устройство для сбора нефти под водой

Предлагаемые устройства обеспечивают превентивную защиту водоемов от аварийных разливов подводного нефтепровода, локализуя нефть непосредственно вблизи аварийного объекта, минимизируют или исключают вред, наносимый окружающей среде.

1. Мерициди И.А., Шлапаков А.В. Критерии выбора нефтяного сорбента для локализации аварийных разливов нефти на поверхности водоемов / Производственная необходимость. – М.: УКАНГ, 2007.- С.52-57.
2. Попов С.Н., Герасимов А.И., Морова Л.Я., Ефимов С.Е. Способ защиты водоемов при аварийных разливах нефти. – Патент РФ № 2435903, заявка № 2010123277 от 07.06.2010.
3. Попов С.Н., Герасимов А.И., Ефимов С.Е. Устройство для сбора нефти под водой. Патент РФ № 2471925, заявка № 2011123267 от 08.06.2011.

Захаров Е.А., Митюрин П.А., Зуб И.В.

Оптимизация технологических процессов обработки накатных грузов

*Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-51

idsp: 000001:lj-31-01-2018-51

Аннотация

Технология обработки накатных грузов используется для быстрой погрузки на суда и паромы горизонтальным способом без применения причальных перегрузочных устройств. Количество ролл-трейлеров на накопительной площадке терминала не достаточно для загрузки судна, из-за ограниченной площади. В тоже время, создание очередей перед терминалом, создаёт проблемы для движения городского транспорта. Целью работы является оптимизация работы терминала накатных грузов. Анализ полученной математической модели позволил выявить параметры, оптимизация которых позволит сократить время погрузки при минимальной накопительной площадке терминала.

Ключевые слова: Накатные грузы, математическая модель, оптимизирующие параметры, пропускная способность.

Abstract

Processing technology of rolling is used for quick loading on ships and ferries horizontal manner without the use of mooring cargo handling devices. The number of roll-trailers on the storage area of the terminal is not sufficient to load the vessel, due to the limited space. At the same time, creating queues in front of the terminal, creating problems for city traffic. The aim of this work is to optimize the operation of the terminal ro-ro cargoes. Analysis of the obtained mathematical model has allowed to identify the parameters, the optimization of which will allow to reduce time of loading at the minimum the storage area of the terminal.

Key words. Rolling loads, mathematical model, optimizing the parameters, the flowing ability.

Технология обработки накатных грузов в отличие от контейнерной технологии используется для быстрой погрузки на суда и паромы горизонтальным способом. Горизонтальный способ погрузки удобен тем, что в погрузочно-разгрузочных работах не задействованы причальные перегрузочные устройства. Погрузка-разгрузка судов типа «ро-ро» производится накатом через аппарат. Такой способ погрузки-выгрузки сокращает время стоянки судна под грузовыми операциями и снижает себестоимость перегрузочных работ.

Основу грузопотока для терминалов накатных грузов составляют самостоятельно передвигающиеся транспортные средства, генеральные грузы в ролл-трейлерах, а также длинномерные и негабаритные грузы, размещённые на специальных шасси, что позволяет перевозить технические объекты без их предварительной разборки.

Рис. 1. Технологическая схема погрузки

1 – судно, 2 – аппарат, 3 – ролл-трейлеры на погрузку, 4 – въезд на терминал, 5 – рентген установка, 6 – накопительная площадка.

Недостатком терминалов накатных грузов является отсутствие площадей для накопления судовой партии. После прохождения таможенного и пограничного контроля, ролл-трейлеры размещаются на накопительной площадке в ожидании погрузки на судно (рис. 1). Остальные ролл-трейлеры должны быть доставлены на терминал в заданное временное окно, определенное для погрузки судна.

Терминал (ТЕР) для накатных грузов состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов посредством транзакций, в результате которых перемещаются грузы. Терминал, как любая организационная структура состоит из подсистем, которые связаны контурами управления и информационными потоками. К основным подсистемам терминала накатных грузов относятся: техническая система (Тех) технологическая система (Тсис); организационная система (ОС); информационная система (ИС), которая содержит информацию на находящихся на терминале ролл-трейлерах, а также ролл-трейлерах, которые должны быть погружены на судно, кроме этого некоторые корпоративные информационные системы содержат информацию о доходах и расходах терминала за прошедший период времени [1]:

$$ТЕР = \{Тех, Тсис, ОС, ИС\}. \quad (1)$$

С точки зрения оптимизации для каждой подсистемы формулируются критерии эффективности, оптимизационные модели и алгоритмы их реализации.

Внешней средой для терминала накатных грузов служат заявки на обработку (погрузку/выгрузку) ролл-трейлеров. Если входной поток ролл-трейлеров имеет стохастический характер, то это влияет на эффективность функционирования терминала, на его экономические показатели. Для определения оптимизирующих функций построим математическую модель функционирования терминала. Математическое моделирование

позволяет формализовать работу терминала. В процессе работы терминала могут возникнуть стохастические процессы, поэтому в математической модели представлены основные подсистемы терминала, второстепенные подсистемы в модели не рассматриваются.

Формализуем процесс функционирования терминала[2]. Для этого введём следующие обозначения:

Модельное время для суточного периода моделирования представим целочисленной переменной со значениями от 0 до 1080 (поминутная дискретизация).

V – максимально возможное количество ролл-трейлеров на накопительной площадке (емкость терминала).

N – количество единиц терминальных тягачей (ТТ) для обработки ролл-трейлеров.

$X(t) = \{x_1(t), \dots, x_V(t)\}$ – вектор состояний ролл-трейлеров в момент времени t . Состояние $x_i(t)$, описывается как набор переменных:

$$x_i(t) = \{v_i(t), \zeta_i(t), j_i(t), \pi_i(t), \mu_i(t), \tau_i(t), \alpha_j, \omega_i, \lambda_i(t), \sigma_i(t)\}, \quad (2)$$

где:

$v_i(t)$ – номер ролл-трейлера (если наличное количество ожидающих погрузки ролл-трейлеров $V(t)$ отвечает условию $V(t) < V$, то есть емкость терминала не исчерпана, то $v_i(t) = 0$ при $i > V(t)$);

$\zeta_i(t)$ – бинарный признак заявки на перемещение ролл-трейлера со значениями 1, -1, 0 в зависимости от того, предполагается ли установка ролл-трейлера на накопительную площадку, удаляется ли он с накопительной площадки или не перемещается;

$j_i(t)$ – номер единицы терминального тягача, обслуживающего i -й ролл-трейлер;

$\pi_i(t)$ – соответствующий $\zeta_i(t)$ бинарный признак состояния исполнения заявки со значениями 1, 0 в зависимости от того, начато ли исполнение или нет;

$\mu_i(t)$ – адрес положения ролл-трейлера на площадке;

$\tau_i(t)$ – длительность, оставшаяся до завершения погрузки ролл-трейлера на судно и освобождения места на накопительной площадке;

$\alpha_j \in \{1, \dots, T\}$ – момент поступления заявки на обслуживание i -го ролл-трейлера;

ω_i – нормативная длительность обслуживания по i -го ролл-трейлера;

$\lambda_i(t)$ – бинарный случайный процесс с дискретным временем, являющийся индикатором исправного (значение 1) или неисправного (значение 0) состояний ТТ. Моделируется по статистике частоты и длительности отказов ТТ;

$\sigma_i(t)$ – состояние документации на груз.

Внешней средой для терминала накатных грузов служат входные потоки заявок на обслуживание ролл-трейлеров. Если входной поток ролл-трейлеров имеет стохастический характер, что сказывается на эффективности функционирования терминала, и в конечном итоге на экономических показателях.

Для сокращения простоя судна под грузовыми операциями и уменьшения площади терминала, определим целевую функцию (C_p) и построим математическую модель.

Время грузовых операций (t_{gp}) должно быть минимальным:

$$C_t = f(t_{gp}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Площадь накопительной площадки (S_{np}), также должна иметь минимальные размеры:

$$S_{np} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Данное ограничение вводится в связи с тем, что в настоящее время в период увеличения жилой застройки и сокращения площади терминалов, требуется максимально использовать ограниченное пространство терминала.

Данные ограничения могут быть выполнены при определенных условиях:

- зависимость вместимости накопительной площадки и вместимости судна (S_{vm}), учитывая ограничение (4), тождество будет иметь вид:

$$S_{np} \leq C_{vm}, \quad (5)$$

- пропускная способность аппарели (ПСап) должна обеспечивать возможность обработки судна за заданный период времени.

В самой общей постановке ПСап должна определяться как функция технологических и экономических параметров, так и внешних ограничений [3]:

$$ПСап = f(Q_{погр}, ПСПП, S_{пп}, тож, PPT), \quad (6)$$

где: $Q_{погр}$ – количество ролл-трейлеров необходимое для погрузки на судно;

ПСПП – пропускная способность подъездных коммуникаций;

$S_{пп}$ – вместимость терминала (в ролл-трейлерах);

тож – время ожидания обработки документации;

Робсл – ритмичность обслуживания ролл-трейлера;

PPT – ритмичность прибытия ролл-трейлеров на терминал.

Аргументы этой зависимости (факторы) можно разделить на внутренние {ПТТ, $S_{пп}$, Робсл} и внешние { $Q_{погр}$, ПСПП, тож, PPT}.

Заметим, что тож – фактор, который может выступать и как внешний, фиксированный, и как объект оптимизации. Для уменьшения объемов бумажного документооборота, предлагается использовать RFID метку. Метка представляет собой транспондер, в который занесен идентификационный номер. Этот номер присваивается документам, отправленным в электронном виде. При въезде на территорию порта установлена система радиационного контроля. Таким образом, одновременно происходит проверка документов и контроль безопасности. В случае необходимости проведения дополнительного осмотра объект отправляется к рентгеновскому комплексу.

PPT – влияет на ПСап. Следствием динамики показателя PPT может быть колебание величины потока ролл-трейлеров, от минимального до максимального (который ограничивается текущим значением ПСПП).

Количество ролл-трейлеров, которые находятся на площадке хранения, должны быть погружены на судно за расчетное время ($t_{рас}$), так как суда типа «ро-ро» работают по расписанию. За $t_{рас}$ необходимо доставить для погрузки на судно ролл-трейлеры. Временной интервал ($t_{пост}$) поступление ролл-трейлеров на терминал будет:

$$t_{пост} = (Q_{погр} - S_{пп}) / t_{рас}. \quad (7)$$

Для обеспечения ритмичной подачи ролл-трейлеров, при ограниченной площади накопительной площадки, требуется размещение ролл-трейлеров на внешнем терминале. Внешний терминал, вынесенный за черту города, обеспечит накопление судовой партии, предотвратит скопление ролл-трейлеров на подъездных путях к порту, что положительно скажется на экологии района, так как уменьшится количество одновременно работающих двигателей автомобилей. С внешнего терминала отправление ролл-трейлеров на погрузку, должна происходить через определенные временные интервалы, при этом не должно происходить задержки с оформлением документации, которая для исключения очередей переводится в электронный документооборот. Одним из вариантов оптимизации может быть применение принципа «fifo» (first in, first out – первым пришел – первым ушел), т.е. если один из ролл-трейлеров прибывает на погрузку раньше обозначенного временного промежутка, то он может быть погружен на судно, если это согласуется с карго планом и не окажет влияния на остойчивость судна.

1. Андрианов, А.А. Совершенствование принципов организации корпоративной информационной системы ро-ро линии/А.А. Андрианов//Эксплуатация морского транспорта. 2011, № 1 (63). – С. 23 – 27.
2. Зуб, И.В. К проблеме формализации критериев качества погрузочно-разгрузочной услуги контейнерного терминала/И.В. Зуб, М.Ю. Ястребов//Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право: Сборник науч. тр./Выпуск 1 (7)/Под ред. д.т.н. Истомина Е.П., д.т.н., проф. Марлей В.Е., д.э.н., проф. Скобелевой И.П., д.ю.н. Соболь И.А. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» - 2009. – 166 – 172.
3. Зуб, И.В. Пропускная способность контейнерного терминала как функция технологии управления/И.В. Зуб// Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование. Т. 16 (2): сборник трудов Седьмой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 28-30.04.2009, Санкт-Петербург, Россия/Под ред. А.П. Кудинова, Г.Г. Матвиенко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 176 – 181.

Кафиев И.Р., Галлямова Л.Р.

Фильтросимметрирующие устройства для снижения влияния несимметрии напряжения источника питания на надежность линейного асинхронного двигателя

Башкирский государственный аграрный университет
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-52

idsp: 000001:lj-31-01-2018-52

Аннотация

В статье проведен краткий обзор фильтросимметрирующих устройств, применяемых для снижения влияния несимметрии напряжения источника питания на надежность работы линейного асинхронного двигателя. Рассмотрены основные достоинства и недостатки этих устройств.

Ключевые слова: линейный асинхронный двигатель; надежность; несимметрия напряжения; фильтросимметрирующее устройство; срок службы.

Для обеспечения нормальных условий работы линейных асинхронных двигателей (ЛАД), применяемых в приводах технологических машин агропромышленного комплекса, необходимо питание их электроэнергией, параметры которой соответствуют определенным требованиям к ее качеству. Несимметрия токов в сети вызывает несимметрию напряжений на зажимах трехфазных электроприемников, что приводит к сокращению срока службы ЛАД [1].

Для снижения уровня несимметрии токов и напряжений разработаны различные по сложности, трудоемкости и затратам способы и устройства. При невозможности обеспечить требуемый уровень несимметрии напряжений с помощью схемных решений (рациональным распределением нагрузок), применяют специальные фильтросимметрирующие устройства (ФСУ).

ФСУ выполняются неуправляемыми или управляемыми в зависимости от особенностей графика нагрузки. Они представляют установки на основе пассивных элементов (конденсаторов и катушек индуктивности), работающие в несимметричном режиме и установки на основе схемы Штейнмеца и её модификаций [2].

ФСУ на основе конденсаторной установки состоит из конденсаторных батарей с несимметрично распределенными емкостями по фазам, коммутационной аппаратуры и системы управления. Данные устройства обладают симметрирующим эффектом за счет управления коммутационной аппаратурой, позволяющей подключать конденсаторные батареи на работу в несимметричном режиме (рисунок 1) [2]. Устройства рекомендуется устанавливать для двух- и трехфазных нагрузок с более низким коэффициентом мощности.

Рисунок 1 ФСУ на конденсаторных батареях

ФСУ на основе конденсаторных батарей имеет следующие недостатки:

- при их подключении к сети происходит скачок тока, поэтому в установке следует использовать специальные контакторы (пускатели);

- существенно усложняется управление при симметрировании;
- невозможность обеспечения высокой точности компенсации и плавного регулирования в связи со ступенчатым подключением конденсаторных батарей;
- при симметрировании дополнительно генерируется реактивная мощность;
- подключение таких ФСУ вызывает нежелательные переходные процессы в электроэнергетической системе – возможно появление резонансных контуров.

Схема Штейнмеца (рисунок 2) обеспечивает снижение несимметрии токов, которые вызываются при питании однофазной нагрузки линейным напряжением [3].

Рисунок 2 ФСУ на основе схемы Штейнмеца

ФСУ на основе схемы Штейнметца наиболее эффективно при коэффициенте мощности нагрузки, равном единице. Поэтому при активно-индуктивной нагрузке параллельно ей подключается дополнительный корректирующий элемент – конденсатор C_k для компенсации индуктивной реактивной мощности.

Недостатками ФСУ на основе схемы Штейнмеца являются [4]:

- невозможность бесконтактного управления ёмкостью без увеличения (до 173 % мощности нагрузки) мощности ФСУ;
- недостаточное использование мощности применяемых для симметрирования элементов (коэффициент использования равен 0,866);
- сложность регулирования данных устройств;
- наличие двух разных по характеру нагрузки регулируемых элементов.

Есть разработки симметрирующих устройств, основанных на схеме Штейнмеца, которые значительно снижают установленные мощности ФСУ и дают возможность автоматического поддержания режима симметрии с помощью лишь одной индуктивности, которая регулируется бесконтактно, например подмагничиванием [4]. Примером такого устройства является схема с дросселем-делителем (рисунок 3).

Рисунок 3 ФСУ на основе схемы Штейнмеца с дросселем-делителем

Таким образом, симметрирование пассивными элементами имеет множество недостатков. Такие установки находят применение для конкретных установок с постоянным графиком нагрузки.

1. Кафиев И.Р., Галлямова Л. Р. К вопросу о надежности линейного асинхронного двигателя // Наука и образование: новое время. 2017. № 5 (22). С. 256-259.
2. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие для вузов / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов, Ю.В. Шаров, А.Ю. Воробьев; под ред. Ю.В. Шарова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 354 с.
3. Шидловский А.К. Кузнецов В.Г. Повышение качества энергии в электрических сетях // АН УССР, ин-т электродинамики. Киев: Научная мысль, 1985. 268 с.
4. Повышение эффективности использования электроэнергии в системах электротехнологии / Борисов Б.П., Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Шидловский А.К. // АН УССР, ин-т электродинамики. Киев: Научная мысль, 1990. 240 с.

Клименко С.В.¹, Тихомиров Д.А.²

Применение УФ и ИК- излучения для пастеризации молока в тонкопленочной установке

¹*ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный заочный университет
(Россия, Балашиха)*

²*ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-53

idsp: 000001:lj-31-01-2018-53

К числу широко распространенных и энергоемких процессов первичной обработки жидких пищевых продуктов относится термообработка с целью их консервации. При этом ставится задача максимального сохранения питательных и вкусовых качеств продукта. Наиболее эффективным и доступным способом воздействия на микрофлору молока в условиях животноводческих ферм является пастеризация [1].

Для кратковременной пастеризации используют непрерывно действующие паровые барабанные пастеризаторы с давлением пара до 0,04 МПа. Выпускаются установки пастеризационно-трубчатые, а также пастеризационно-охладительные пластинчатые. Применяются также ванны длительной пастеризации. В таких аппаратах, помимо высоких энергозатрат, неизбежен перегрев жидкости, так как только часть ее соприкасается с греющей стенкой, а остальная масса подогревается за счет турбулизации.

Известен метод «холодной» пастеризации с помощью УФ-излучения - актинизация. Основные его преимущества заключаются в снижении энергозатрат, малом времени (2-3 с) обработки молока, низкой девитаминизации, увеличении содержания витамина D в молоке. Однако, при дозах УФ-излучения обеспечивающих необходимый уровень обеззараживания, наблюдаются изменение вкуса и свойств молока [2, 3].

Целью проводимых исследований стало обоснование параметров и режимов работы комбинированной установки при воздействии УФ и ИК- излучения на свойства молока, для уменьшения бактериальной обсемененности до $3 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ и снижения общего расхода энергии.

Особенности ИК- излучения заключаются в том, что при передаче теплоты нагреваемому продукту можно создать плотность теплового потока на обрабатываемой поверхности больше, чем при конвективном или контактном нагреве. Это обеспечивает высокую интенсивность технологического процесса. ИК- излучение проникает на некоторую глубину, что исключает чрезмерный перегрев и нежелательные изменения в поверхностном слое материала. Наиболее целесообразно ИК- облучением осуществлять поверхностный или сквозной нагрев продукта небольшой толщины [4].

Кратковременное воздействие ИК-излучения с высокой плотностью одновременно по всей толщине и площади тонкого слоя жидкости создает необходимые условия для ликвидации токсичной и балластной микрофлоры, позволяя сохранить полезные биологические и физико-химические компоненты (белки, витамины, ферменты), определяющие питательные и органолептические свойства продукта [1].

Пленочные аппараты отличаются небольшим гидравлическим сопротивлением, малой металлоемкостью и компактностью. Особое преимущество состоит в том, что в пленочных аппаратах обрабатывается сразу вся порция жидкости, поэтому она не перегревается выше заданной температуры [4].

Тонкопленочное течение по вертикальной стойке возможно только, если жидкость смачивает поверхность. В противном случае пленка начинает распадаться под действием поверхностного натяжения на отдельные капли. Если жидкость смачивает стенку рабочей поверхности, по которой она стекает, то поверхностный слой ее, непосредственно соприкасающийся со стенкой, должен иметь нулевое значение скорости [6]. Чем дальше от поверхности будет находиться частица жидкости, тем с большей скоростью, при прочих равных условиях, она может стекать.

Диаметр цилиндра, по которому тонким слоем стекает жидкость определяют по формуле:

$$D = \frac{G}{\pi \cdot \rho \cdot \nu \cdot \text{Re}} \quad (1)$$

G - производительность пастеризатора кг/с; $\text{Re} = 8500$ - число Рейнольдса, характеризующее движения жидкости; $\rho = 976$ кг/м³ - плотность молока; $\nu = 0,43 \cdot 10^{-6}$ - коэффициент кинематической вязкости молока при 70 °С м²/с.

Толщина слоя стекания жидкости, м:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3G\nu}{\pi D \rho g}} \quad (2)$$

Мощность излучателя, Вт:

$$P = \frac{cG}{\eta} (t_n - t_2) \quad (3)$$

c – теплоемкость жидкости, Дж/кг°С; η – КПД установки; t_n , t_2 - температура *жидкости до и после термообработки*, °С,

Количество лучистой энергии, передаваемое коаксиальным источником внутри полого цилиндра, определяется по выражению:

$$E = N = c_0 \left(\frac{T_u}{100} \right)^4 F_u \varepsilon_u \quad (4)$$

T_u – температура излучателей, К, F_u – площадь излучателя, м².

Длина излучателя, м:

$$L_u = \frac{F_u}{\pi d_u} \quad (5)$$

d_u – диаметр излучателя, м.

Появление в настоящее время безозонных бактерицидных ламп низкого давления мощностью 100 - 300 Вт предполагает их применение для УФ обработки молока [4]. В экспериментальной установке (рис. 1) [4, 5] применена бактерицидная амальгамная

лампа типа ДБ-145 мощностью 145 Вт. Бактерицидный поток лампы составляет 45 Вт. Площадь облучаемой поверхности $S = 600 \text{ см}^2$ [2].

Эффективное воздействие УФ - излучения для уничтожения бактерий этой лампой находится в спектральной области с $\lambda_{\text{max}} = 253,7 \text{ нм}$.

Рисунок 1- Схема установки для пастеризации молока с применением ИК и УФ-излучения: 1- насос подачи молока, 2 - трубопровод подачи, 3- теплообменник, 4 - УФ- излучатель, 5 – расходомер, 6 - патрубок входной ИК-пастеризатора, 7- камера формирования тонкого слоя, 8 - камера пастеризатора, 9 - ИК-излучатель, 10- приемная камера, 11- выходной патрубок, 12- насос выдачи, 13 - трубопровод выдачи.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями обоснованы эффективные режимы и параметры обеззараживания молока устройством УФ- облучения: нормированная доза облучения - 16 мДж/см^2 , коэффициент поглощения молока - $0,38 \dots 0,47 \text{ см}^{-1}$, облученность - $8,1 \text{ Вт/м}^2$, слой обрабатываемого молока - до 2 мм, время обработки - около 2 с [2, 5]. Наибольший спектр поглощения ультрафиолетового излучения молоком находится в диапазоне длин волн 180-220 нм, а наименьший в диапазоне 250-370 нм.

Результаты показали, что при комбинированном УФ и ИК- воздействии на исходное молоко температура пастеризации может быть понижена до $70 \dots 72^\circ\text{C}$ при значениях показателей микробиологической обсемененности микроорганизмами КОЕ/см³ равными $0,3 \cdot 10^{-5}$ (рис.2), что позволяет снизить затраты электроэнергии до 25% по сравнению с чисто инфракрасными установками.

Рисунок 2 - Средние значения показателей микробиологической обсемененности микроорганизмами КОЕ/см³ при разных способах обработки молока.

Обработка УФ- излучением не приводит к значительным отклонениям от требований к молоку пастеризованному, при этом основные параметры молока соответствуют гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности продуктов (СанПин 2.3.2. 1078-01) [3].

Обработка молока бактерицидным потоком 20-40 Вт не оказала влияния на содержание жира, белка, лактозы [3]. При обработке молока в режиме 50 Вт появлялся посторонний запах, свойственный омылению жиров, произошли изменения в соотношении жирных кислот по сравнению с содержанием их в сыром молоке.

Ультрафиолетовая обработка молока с бактерицидным потоком - 49 Вт и при производительности установки 100 л/ч повышала содержание в молоке витамина D3. Для обеззараживания молока при его пастеризации необходимо принимать нормируемую дозу облучения 16 мДж/см² [2] и обеспечивать минимально возможный слой обрабатываемого молока 0,2 см.

1. Кузьмичев А.В. Эффективность комбинированной пастеризации молока УФ и ИК облучением / А.В. Кузьмичев, В.В. Малышев, Д.А. Тихомиров // Светотехника, 2010. – №5. – С. 6-9.
2. Летаев С.А. Обоснование параметров установки обеззараживания молока на фермах ультрафиолетовым и инфракрасным излучением: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.02 / Летаев Сергей Алексеевич. – М. 2012. – 145 с.
3. Черных Е.К. Влияние ультрафиолетовой обработки молока коров на его биохимические, технологические и гигиенические свойства: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.00.04 / Черных Екатерина Александровна. – М. 2006.
4. Патент №2386374 РФ, МПКА23L 3/26. Установка для обработки жидкостей инфракрасным и ультрафиолетовым излучением в тонком слое / А.В. Кузьмичев, Д.А. Тихомиров, Н.Г. Ламонов, А.К. Лямцов, В.Н. Расстригин, В.В. Малышев; ГНУ ВИЭСХ. – №2008143728/13; заявл. 06.11.08; опубл. 20.04.10, Бюл. №11. – 5 с.: ил.
5. Alexei V. Kuzmichyov, Vladimir V. Malyshev, Dmitry A. Tikhomirov. Efficiency of the combined pasteurisation of milk using UV and IR irradiation. Light & Engineering. Vol. 19, No. 1, pp. 74–78, 2011.64.
6. Тихомиров Д.А. Расчет камеры пастеризации электрической установки для термообработки жидких продуктов/ Д.А. Тихомиров, А.В. Кузьмичев// Техника и оборудование для села. – 2014. – №7. – С. 21–24.
7. Тихомиров Д.А. Расчет инфракрасного излучателя электрической установки для пастеризации жидких продуктов / Д.А. Тихомиров, А.В. Кузьмичев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – №5. – С. 14 –17.

**Никулина Н.С.¹, Булатецкая Т.М.², Вережников В.Н.³,
Никулин С.С.⁴, Власова Л.А.²**

Выделение эмульсионных каучуков из латекса с применением сернокислых солей

¹ФГБОУ ВО Воронежский институт государственной противопожарной службы
МЧС России

²ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий

³ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет

⁴Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-54

idsp: 000001:lj-31-01-2018-54

Аннотация

В статье рассмотрена технология выделения эмульсионных каучуков из латекса с применением в качестве коагулирующих агентов сернокислых солей аммония, актуальность использования которых базируется на том, что данные соли присутствуют в качестве отходов некоторых химических и нефтехимических производств. Показана интересная особенность в поведении как коагулянта амидосульфонат аммония.

Ключевые слова : латекс, коагулирующие агенты, коагуляция, каучук

Abstract

The article describes the technology selection emulsion rubber from latex using as a coagulating agent sulfate ammonium salts, the relevance of which is based on the fact that these salts are present as waste and some chemical and petrochemical industries. Shows an interesting feature in the behavior of the coagulant amidosulfonic ammonium.

Keywords : latex, coagulating agents, coagulation, rubber

Производство синтетических эмульсионных каучуков неуклонно развивается. В промышленных масштабах внедряются новое аппаратное оформление процессов, технологии, каталитические системы и др. Это связано с тем, что данные каучуки обладают комплексом свойств, требуемых для получения шинных и резинотехнических изделий. [1]. Однако их производство увеличивает экологические риски. Стадия выделения каучука из латекса одна из проблематичных. Основным ее недостатком является использование в технологии солевых коагулирующих агентов, расход которых составляет десятки и сотни кг/т каучука. Поэтому актуальной задачей является разработка новых технологий, позволяющих снизить расход солей или полностью исключить их применение в производстве эмульсионных каучуков. В обзорной работе [2] показана перспективность применения в технологии выделения каучуков из латексов низкомолекулярных и высокомолекулярных четвертичных солей аммония, расход которых меньше, чем хлорида натрия и других солей. Однако высокая стоимость данных солей, а также отсутствие возможности их применения в некоторых технологических процессах, сдерживает их широкое применение.

Использование солей аммония в технологии выделения каучуков из латексов представляет интерес в связи с возможностью снижения расхода неорганического коагулянта. Ионы NH_4^+ больше по размеру и менее гидратированы, чем ионы Na^+ [3] и должны обладать более высокой эффективностью коагулирующего действия.

Кроме того, соли аммония содержатся в некоторых в отходах химических производств, которые до настоящего времени не находят своего применения. Поиск наиболее перспективных направлений по их использованию имеет важное и актуальное значение. Положительное решение данной проблемы позволит снизить загрязнение сбрасываемых сточных вод в природные водоемы, т.е. использование их будет выгодно как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Интерес к применению солей аммония для выделения каучуков из латексов базируется на положительных результатах ранее опубликованных исследований, где в качестве коагулирующих агентов изучены галогениды аммония [4]. Дальнейшее изучение возможности применения солей аммония позволит расширить сведения об их влиянии на процесс выделения каучуков, что имеет важное не только научное, но и прикладное значение.

В данной работе исследована возможность применения для выделения каучука СКС-30 АРК из латекса таких солей аммония, как сульфат аммония (СА), амидосульфонат аммония ($\text{NH}_4^+ - [\text{SO}_3 - \text{NH}_2]$) (ААС) с оценкой влияния их на процесс коагуляции, в сравнении с хлоридом натрия (ХН).

Процесс выделения каучука из латекса осуществлялся водными растворами солей: ХН (20,0 %), СА (11,3 %), ААС (10,0%).

Коагуляцию латекса СКС-30 АРК (сухой остаток 20,8 %) проводили согласно общепринятой методике с использованием в качестве коагулирующих агентов водных растворов перечисленных выше солей, а в качестве подкисляющего агента – 1,0-2,0 % водный раствор серной кислоты. Выделение каучука осуществляли на установке, представляющей собой емкость, снабженную перемешивающим устройством и помещенную в термостат для поддержания заданной температуры (20 ± 2 оС). Полноту коагуляции оценивали визуально по прозрачности серума и гравиметрически – по массе

получаемой крошки каучука. Образующуюся крошку отделяли от серума, промывали теплой водой и сушили в сушильном шкафу при 82 ± 2 оС.

Результаты эксперимента показали, что масса выделяемой крошки каучука возрастает с повышением расхода коагулянта. Однако полноту выделения каучука из латекса достигали при разных расходных нормах коагулянтов – ХН (150 кг/т каучука) и СА (60-70 кг/т каучука), что соответствует ранее опубликованным данным [5].

Интересные результаты были получены при использовании в качестве коагулирующего агента ААС.

Проведенными исследованиями установлено, что полнота выделения каучука из латекса в случае применения ААС не превышал 80 % даже при его расходе 200 кг/т каучука.

Экспериментальные данные показали, что поведение ААС в процессе выделения каучука из латекса резко отличалось от поведения СА. В случае применения СА полнота выделения достигалась при его расходе 60-70 кг/т каучука, что в 2,0-2,5 раза меньше, чем хлорида натрия.

Для изучения влияния ААС на процесс коагуляции латекса СКС-30 АРК было исследовано влияние расхода серной кислоты и соответственно кислотности среды на полноту выделения каучука из латекса. Установлено, что повышение расхода серной кислоты приводит к увеличению выхода крошки каучука до ~ 88% (расход ААС 110 кг/т каучука) и примерно до 90 % (расход ААС 170 кг/т каучука). Таким образом, повышение кислотности среды (рН 2,0-2,4) и соответственно расхода серной кислоты до 50 кг/т каучука не обеспечили достижение полноты выделения каучука из латекса. Хотя при этом масса выделяемой крошки каучука повышается до 90 %.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что полнота выделения каучука из латекса достигается только в случае применения ХН и СА.

1. Корнев, А.Е. Технология каучука из латекса и молибденовокислого аммония соизмерим с расходом эластомерных материалов / А.Е. Корнев, А.М. Буканов, О.Н. Шевердяев – М.: НППА «Истек», 2009. – 504 с.
2. Вережников, В.Н. Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов / В.Н. Вережников, С.С. Никулин // Химическая промышленность сегодня. – 2004. – № 11. – С. 26 – 37.
3. Свойства неорганических соединений. Справочник / А.И. Ефимов [и др.] – Л.: Химия, 1983. – 392 с.
4. Галогениды аммония – коагулирующие агенты для выделения эмульсионных каучуков из латексов / С.С. Никулин, В.Н. Вережников, Т.Н. Пояркова, А.А. Рыльков [и др.] // Производство и использование эластомеров. –1997. – № 4. – С. 10 – 12.
5. Никулина, Н.С. Изучение возможности применения в производстве эмульсионных каучуков неорганических солей аммония / Н.С. Никулина, Т.М. Булатецкая, М.А. Провоторова, С.С. Никулин [и др.] // Вестник ВГУ. –2017. – № 4. – С.18 – 22.

Петрова А.М.¹, Яковлев В.В.²

Анализ радиационной обстановки Санкт – Петербурга и Ленинградской области

¹*Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОПЛИУС»*

²*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-55

idsp: 000001:lj-31-01-2018-55

Радиационная обстановка на территории Санкт – Петербурга и субъектов РФ складывается в результате радиоактивного заражения местности и всех расположенных

на ней радиационно-опасных объектов и требует принятия определенных мер защиты, способствующих уменьшению радиационных потерь среди населения.

Для анализа радиационной обстановки России созданы специальные учреждения, такие как:

1. Лаборатория радиационной коммунальной гигиены – обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районе расположения радиационно-опасных предприятий;

2. отдел промышленной радиационной гигиены ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России – научное обеспечение радиационной безопасности и защиты персонала организаций атомной промышленности и энергетики, других радиационно-опасных объектов и населения, проживающего в районах их расположения, в условиях нормальной деятельности и аварийных ситуаций [1];

3. Радиологический отдел федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная научно-производственная ветеринарная радиологическая лаборатория».

Каждое из этих предприятий имеет статус государственного учреждения, аккредитацию на выполнение широкого спектра услуг, все виды их деятельности подтверждаются разрешительными документами, а штат лабораторий состоит из высококвалифицированного персонала.

Как известно, среди радиоактивных элементов наиболее токсичны для человечества и всей экосферы стронций-90, цезий-137, йод-131. Главную радиационную опасность представляют радиоактивные осадки, которые образовались от более чем 400 ядерных взрывов, произошедших в мире с 1945 по 1996 г., аварий и утечек в ядерно-топливном цикле, а также запасы ядерного оружия и радиоактивные отходы [2].

Проблема радиационной безопасности в Санкт-Петербурге и Ленинградской области обусловлена естественными и техногенными источниками ионизирующего излучения. Для Санкт-Петербурга значимым фактором является несанкционированный транзит и захоронение радиоактивных веществ, а для Ленинградской области – последствие катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1986 году и радон. Потенциальную опасность для природной среды региона представляет Ленинградская АЭС, в связи с приближающимся выводом из эксплуатации реакторов первой очереди и скором заполнении хранилища радиоактивных отходов.

Природный радиационный фон в Ленинградской области составляет 13-20 мкР/ч, при преобладающем значении 15 мкР/ч. На территории г. Сланцы зафиксированы 23 участка "радиоактивного загрязнения" (УРЗ), для которых мощность дозы гамма-излучения составляет от 60 до 210 мкР/ч. Это участки, где можно встретить большое количество валунов и глыб гранита, концентрация естественных радионуклидов (урана, тория, калия) в котором повышена.

В связи с тем, что Санкт-Петербург – город, где зарождалась отечественная радиохимия и в разные годы велись интенсивные исследования природных и искусственных радионуклидов, существовали производства радионуклидов и их продукция широко использовалась, причем, вплоть до начала 60 годов, бесконтрольно. К началу планомерных гамма-съемок территория города оказалась интенсивно загрязнена радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения.

Многочисленность предприятий и организаций, использующих источники ионизирующего излучения, отсутствие в прошлом должного контроля за их утилизацией и привело к поступлению большого числа источников ионизирующего излучения на полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) и несанкционированные свалки.

На территории Санкт – Петербурга и Ленинградской области находится 9 радиационно-опасных объектов:

1. **Ленинградская АЭС** – крупнейший производитель электрической энергии на Северо-Западе России. Станция обеспечивает более 50% энергопотребления Санкт-

Петербурга и Ленинградской области. В топливно-энергетическом балансе всего Северо-Западного региона на долю Ленинградской АЭС приходится около 28% [3].

2. **Ленспецкомбинат «Радон»** – природоохранное предприятие, обеспечивающее сбор, транспортировку, переработку, кондиционирование и долговременное хранение радиоактивных отходов [4].

3. **Научно-исследовательский технологический институт имени А. П. Александрова (НИТИ)** – единственный в России научно-технологический центр комплексных испытаний корабельных ядерных энергетических установок (ЯЭУ), доведения их на стендах-прототипах до требуемого уровня надежности и безопасности. Особенность института заключается во всеобъемлющем охвате концевых технологий создания корабельных ЯЭУ, концентрирующих в себе результаты работы многих научных и конструкторских коллективов [5].

4. **Петербургский институт ядерной физики имени Б. П. Константинова (ПИЯФ)** – является одним из четырех ядерно-физических центров, входящих в состав Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Это многопрофильный научный центр, ведущий фундаментальные и прикладные исследования в области физики элементарных частиц и высоких энергий, ядерной физики, физики конденсированного состояния, молекулярной и радиационной биофизики [6].

5. **Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе** – является одним из крупнейших научных центров России, в котором ведутся как фундаментальные, так и прикладные исследования в важнейших областях современной физики и технологии. Институт является учреждением Российской академии наук и входит в состав Отделения физических наук [7].

6. **ОАО «Радиевый институт имени В. Г. Хлопина»** – старейшая организация, входящая в Госкорпорацию «Росатом», первая в СССР специализированная организация, занявшаяся изучением свойств радиоактивных веществ, разработкой способов их получения и применения. В настоящее время институт проводит исследования ядерно-физического, радиохимического, геохимического и экологического профилей, связанные, в основном, с проблемами атомной энергетики, радиоэкологии и получения изотопов [8].

7. **Центральный научный исследовательский институт им. академика А.Н.Крылова** – является головной и ведущей научно-исследовательской организацией судостроительной отрасли страны и обеспечивает концептуальное обоснование развития торгового и военного флотов, проектирование и строительство кораблей, судов и морских сооружений, их эксплуатацию и утилизацию [9].

8. **Балтийский завод** – основан в 1856 году. В течение полутора веков предприятие является одной из ведущих верфей России. За 156 лет было построено более 600 судов и кораблей, среди которых атомные ледоколы и атомные ракетные крейсера, суда космической связи и специального назначения.

9. **Могильник радиоактивных отходов на 21 км Приморского шоссе Ленинградской области** – место захоронения отработавших элементов подводных лодок.

Существенное значение для региона имеет радоновая проблема. Всего по региону площади с наиболее высокой вероятностью радоноопасности занимают 7500 м², с высокой степенью - более 13000 м². В эти две градации попадает и Санкт-Петербург. На указанных площадях проживает около 80% населения региона, хотя в группу риска попадают лишь жители первых этажей жилых зданий.

У населения прослеживается четкая зависимость уровня болезней органов дыхания, сердечнососудистых и онкологических заболеваний, а также общей продолжительности жизни людей от состояния окружающей среды. Болезни органов

дыхания занимают первое место среди основных заболеваний и незначительно превышают среднероссийские показатели. Остается высоким уровень заболеваемости взрослого населения по классу расстройств систем пищеварения и обмена веществ, что свидетельствует о низком качестве питания населения.

Основные пути поступления радионуклидов в организм человека – это ингаляционный и пищевые цепочки.

Наиболее важным и потенциально опасным является ингаляционное поступление радионуклидов. Этому содействует большая дыхательная поверхность альвеол, площадь которой достигает 100 м² и более. Около 25 % попавших в органы дыхания частиц радионуклидов в чистом виде, а также входящих в состав определенных химических соединений, выдыхается.

Радиоактивность воздуха обусловлена содержанием в нем радиоактивных газов или аэрозолей в виде пыли, тумана, дыма. Доля радионуклидов, которые задерживаются в дыхательной системе, зависит от размера частиц, минутного объема легких и частоты дыхания. Обмен радиоактивных элементов при поступлении их в легкие с выдыхаемым воздухом определяют три параметра:

1. Размер вдыхаемых частиц (аэрозолей);
2. Склонность радионуклидов к гидролизу и комплексообразованию, от которых зависит путь и скорость их выведения из легких;
3. Период полураспада радионуклида.

При вдыхании воздуха радиоактивные вещества, содержащиеся в нем (частицы радиоактивной пыли), задерживаются на всем протяжении дыхательного тракта от преддверия носа, носоглотки, полости рта до глубоких альвеолярных отделов легких. При этом между размером частицы и глубиной ее проникновения имеется зависимость.

Чем меньший диаметр частиц, тем относительно меньше их задерживается в верхних дыхательных путях, бронхах и тем больше их проникает в альвеолярные отделы легких, т.е. в те области, где отсутствуют механизмы, которые способны выводить попавшие частицы наружу.

Дальнейшая судьба радионуклидов, отложившихся в дыхательных путях, также связана с размерами радиоактивных частиц, их физико-химическими свойствами и транспортабельностью в организме. Вещества, хорошо растворяющиеся, в основном быстро (за несколько десятков минут) всасываются в кровеносное русло, – этому содействует широкое развитие сети капилляров, через которые и происходит обмен газов в легких. Затем эти вещества в процессе обмена веществ откладываются в определенных органах и системах или выводятся из организма.

Вещества, слабо растворяющиеся или не растворяющиеся, оседают в верхних дыхательных путях и выделяются вместе со слизью, после чего с большой вероятностью попадают в ЖКТ, где всасываются кишечной стенкой.

При оценке опасности ингаляционного поступления радиоактивных веществ учитывают лучевую нагрузку на легкие, эпителий бронхов, регионарные лимфатические узлы, на стенку желудочно-кишечного тракта.

Второй по значимости путь – поступление радионуклидов с пищей и водой. Питательные вещества вместе с фоновыми концентрациями естественных радиоактивных веществ могут быть загрязнены искусственными радионуклидами, которые из внешней среды по биологическим пищевым цепочкам попадают в растения, организмы животных и, наконец, в продукты питания.

Дальнейшая судьба радиоактивных веществ зависит от их растворимости в кислой среде желудка. Многие растворимые соединения, в частности, соединения плутония, при щелочной среде кишечного сока превращаются в нерастворимые соединения. Возможно и обратное, когда плохо растворимые в воде вещества в жидкой среде ЖКТ превращаются в растворимые компоненты, которые хорошо всасываются в кровь через эпителий кишечника.

В организм поступает только некоторая часть радионуклидов, попавших в кишечник, большая часть их проходит «транзитом» и удаляется из кишечника. Радиоактивные вещества, которые в ЖКТ всасываются в количестве менее 1% (коэффициент всасывания менее 0,01) очень быстро удаляются из организма. Так как продолжительность контакта таких веществ с организмом небольшая и осуществляется только в период транзита, то сколько-нибудь значительные дозы излучения не успевают образоваться. Кроме этого пробег альфа- и бета-частиц в биологических тканях небольшой (для альфа-частиц – десятки микрометров, для бета-частиц – несколько миллиметров).

Таким образом, в случае поступления радионуклидов в организм с продуктами питания и водой, когда отдельные участки кишечника поглощают значительную часть энергии излучаемых частиц, ЖКТ становится критическим органом [10].

Однако, естественный фон играет существенную роль в жизнедеятельности человека, как и все вещества окружающей среды, с которыми организм находится в состоянии непрерывного обмена. Существует мнение, что в отсутствие радиационного фона по-другому протекали бы химические процессы в живых организмах.

Для того, чтобы оценить воздействие внутреннего и внешнего облучения человека специалисту необходимо не только использовать приборы, но и знать специально разработанные для этого методики оценки доз облучения населения и уметь применять их на практике.

В ходе исследования, которое проводилось авторами статьи самостоятельно, были проведены измерения, обработка и анализ внешнего и внутреннего облучения населения разных возрастных категорий.

При исследовании внутреннего облучения рассматривались изотопы йода и теллура. В ходе изучения данного вопроса были произведены расчеты эффективной дозы и эквивалентной дозы на щитовидную железу за счет ингаляции радионуклидов и при потреблении продуктов питания. Оценка эффективной и эквивалентной доз внутреннего облучения населения за счет потребления продуктов питания была рассчитана и проанализирована на примере концентрации изотопа йода в молоке.

После анализа результатов расчетов были сделаны выводы о малой концентрации радионуклидов в организме человека за счет ингаляции и потребления продуктов питания. Полученные данные не превышают, установленных в соответствующих нормативных документах, показателей.

При изучении вопроса о воздействии источников внешнего облучения на населения разных возрастных категорий были проведены реальные замеры мощности дозы на северной территории Финского залива, вблизи города Зеленогорска и 21 км Приморского шоссе Ленинградской области.

Согласно данным реальных измерений была проведена оценка мощности дозы внешнего облучения для представителей рассматриваемых возрастных категорий на каждой исследуемой территории.

После анализа результатов расчетов были сделаны выводы о так же малой концентрации радионуклидов за счет внешнего облучения. Все полученные результаты исследования не превышают дозы при проживании населения в течение года. Годовая доза для проживания населения определена в Федеральном законе от 9 января 1996 г. №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» в размере 0,01 Зв/год (= 1 мЗв/год).

Согласно проведенным исследованиям радиационную ситуацию в Санкт-Петербурге и Ленинградской области можно охарактеризовать как стабильную.

1. Клиника ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.fmbcfmba.ru/about/structure/multidisciplinary-clinic/clinical-units/>, свободный.- загл. С экрана.

2. Справочник по экологии [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/77018/>, свободный.- загл. С экрана.
3. РосЭнергоАтом. Ленинградская АЭС. Общая информация - [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://lenppp.rosenergoatom.ru/>, свободный.- загл. С экрана.
4. ФГПУ ЛЕНСПЕЦКОМБИНАТ «РАДОН». Общие сведения о предприятии [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://radon-lenspetskombinat-fgpu-spb.rosfirm.ru/>, свободный.- загл. С экрана.
5. Научно-исследовательский технологический институт им. А. П. Александрова (НИТИ). Общая информация [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.niti.ru/>, свободный.- загл. С экрана.
6. Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" Федеральное государственное бюджетное учреждение Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова. Общая информация. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.pnpi.spb.ru/>, свободный.- загл. С экрана.
7. Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе. Общая информация. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ioffe.ru/>, свободный.- загл. С экрана.
8. Свободная энциклопедия Википедия. ОАО «Радиовый институт имени В. Г. Хлопина» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Справочно-информационный портал «Википедия.орг» - Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Радиовый_институт_имени_В._Г._Хлопина, свободный.- загл. С экрана.
9. ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Общая информация. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://krylov-center.ru/rus/>, свободный.- загл. С экрана.
10. Научно – информационный журнал «Биофайл». Пути поступления радионуклидов в организм человека. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/10810.html>, свободный.- загл. С экрана.

Филатова Ю.Д.

История возникновения высших учебных заведений. Университетский кампус

*Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-56

idsp: 000001:lj-31-01-2018-56

Образование в наши дни занимает очень важную роль. Помимо саморазвития, человек тратит треть жизни на образование – детский сад, школа, университет. Когда же появились первые образовательные учреждения?

Возникновение школы пришлось на эпоху перехода от общинно-родового строя к социально-дифференцированному обществу. Несмотря на то, что древние цивилизации, как правило, существовали обособленно друг от друга, они руководствовались принципиально общими основами в сфере образования человека. По данным этнографии, дописьменный (рисунчатый) период завершился примерно к 3-му тысячелетию до н. э. и наметилось появление клинописной и иероглифической письменности как способов передачи информации.

Именно возникновение и развитие письменности выступило важнейшим фактором генезиса школы. Поскольку письмо становилось технически более сложным способом передачи информации, постольку оно требовало специального обучения.

Вторым фактором, обусловившим появление школ, послужило разделение деятельности человека на умственный и физический труд, а также усложнение характера последнего. Разделение труда повлекло за собой формирование различных специализаций и специальностей, в том числе профессии учителя и воспитателя. Определенный итог общественного развития выразился и в относительной самостоятельности школы от институтов церкви и государства.

В средневековья было три вида школ. Низшие школы, образовавшиеся при церквях и монастырях, ставили целью подготовить элементарно грамотных духовных лиц — клириков. Главное внимание обращалось в них на изучение латинского языка (на котором велось католическое богослужение), молитв и самого порядка богослужения. В средней школе, возникавшей чаще всего при епископских кафедрах, практиковалось

изучение семи «свободных искусств» (грамматика, риторика, диалектика, или логика, арифметика, геометрия, куда входила и география, астрономия и музыка. Позднее изучение «свободных искусств» стало производиться в высшей школе, где эти дисциплины составляли содержание преподавания на младшем («артистическом») факультете. Высшая школа вначале называлась *Studia Generalia* (буквально — общие науки), потом это название было вытеснено другим — университеты.

Первые университеты возникли в XII веке — частью из епископских школ, имевших наиболее крупных профессоров в области богословия и философии, частью из объединений частных преподавателей — специалистов по философии, праву (римское право) и медицине. Наиболее древним университетом в Европе считается Парижский университет, существовавший в качестве «вольной школы» еще в первой половине XII и в начале XIII века (учредительной грамотой Филиппа II Августа 1200 г. о правах Сорбонны).

Другими наиболее старинными университетами Европы были Оксфордский и Кембриджский в Англии, Саламанкский в Испании и Неаполитанский в Италии, основанные в XIII веке. В XIV веке были основаны университеты в городах Праге, Кракове, Гейдельберге. В XV веке число их быстро увеличивалось. В 1500 году во всей Европе было уже 65 университетов.

Сейчас же университетов большое количество, они есть почти в каждой стране, во всех крупных городах. Большое значение в сфере высшего образования стали иметь не только статус ВУЗов и уровень подготовки специалистов, но и качество архитектуры университетских кампусов, а также соответствующий уровень сопутствующего сервиса.

Слово *Campus* в переводе с латыни означает «поле», «открытое пространство». Такое свободное пространство, на землях, чаще всего принадлежащих государству, или выкупаемых государством у частных лиц и использовалось для строительства университетских городков. В состав кампуса входят учебные помещения, научно-исследовательские лаборатории и институты, студенческие гостиницы и общежития, спортивные залы, площадки и стадионы, библиотеки, читальные залы, столовые, жилые дома и коттеджи для преподавателей и научных сотрудников и многое другое.

Территориальные комплексы (кампусы), как градостроительные объекты, объединенные общей глобальной функцией, по своему возникновению разделяются на две группы: кампус «гринфилд» (то есть строящийся на новом месте) и реконструируемый или встраиваемый в существующую городскую ткань. Они бывают нескольких пространственных типов, если рассматривать их по отношению к городской среде и городскому пространству (урбанизированной территории), в которой они возникли и развиваются. В общем виде все корпоративные комплексы объектов можно разделить на четыре типа:

- городского рассредоточенного типа;
- городского локального типа;
- загородного (пригородного) локального, или собственно «кампусного» типа (это «гринфилд» кампус);
- «микст». В некоторых случаях городская среда и пространство кампуса взаимно поглощают друг друга, рождая пространственный «микст» функций, объектов и пространств, и эта четвертая концепция пространственного позиционирования организации на урбанизированной территории также заслуживает внимания.

Одна из основных планировочных идей современного университетского кампуса — сформировать единую архитектурно-пространственную среду с максимальной открытостью и динамичностью всех объектов учебного, социального и жилого профилей. В кампусах публичное и общественное пространство всегда важнее личного, что провоцирует рост социального капитала университета, поскольку общественное пространство порождает социальные взаимодействия между студентами, между

преподавателями, порождает также практику самоорганизации студентов, и эти принципы инициативного действия позволяют воспитать активных лидеров, развить структуры самоуправления и саморегулирования жизни кампуса.

В итоге, можно сделать вывод, что основные особенности проектирования университетских кампусов заключаются в следующем:

- организация пешеходной доступности всех сооружений комплекса;
- наличие территории для возможности последующего развития и расширения;
- организация гибкого внутреннего пространства, позволяющего перепланировку;
- нерегулярная расстановка зданий на территории кампуса;
- выделение рекреационного пространства в центре кампуса;
- расположение кампуса в живописной ландшафтной среде;
- использование гибких современных архитектурно-планировочных решений;
- высокий уровень развития инфраструктуры жилого сектора.

1. Пучков М.В. Архитектура университетских комплексов / М.В. Пучков. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2010
2. Рождественская Е.С. Принципы гармонизации антропогенной и природной среды / Вестник Оренбургского Государственного Университета. Специальный выпуск: Архитектура и дизайн. Теория и практика. – Выпуск № 11 (61). – Оренбург, 2006. – С. 198.

Хохолов Ю.А.

Тепловой расчет послойного намораживания пород при разработке полезных ископаемых в криолитозоне

*Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-57

idsp: 000001:lj-31-01-2018-57

Аннотация

Приведены примеры применения технологии послойного намораживания пород в горном деле. Показано, что при разработке полезных ископаемых подземным способом оптимизация технологических параметров послойного намораживания позволяет формировать закладочный массив с необходимыми прочностными свойствами. Приведены примеры расчета послойного намораживания пород при строительстве мерзлой грунтовой плотины

Ключевые слова: Послойное намораживание, горные породы, льдопородная закладка, температура, влажность

Приведем отдельные результаты по моделированию тепловых процессов при формировании льдопородных массивов, имеющих практическую значимость при разработке полезных ископаемых в криолитозоне. Например, температурный режим рудников, расположенных в зоне распространения многолетней мерзлоты, позволяет формировать при отработке мерзлотных горизонтов ледяную или льдопородную закладку. Данный способ отработки отличается низкой стоимостью по сравнению с традиционными технологиями закладки выработанного пространства [1]. Более эффективным способом формирования льдопородного закладочного массива является его послойное намораживание. В ИГДС СО РАН разработана методика расчета послойного намораживания пород в горном деле для условий криолитозоны, которая позволяет оптимизировать технологические параметры формирования льдопородного массива с

необходимыми прочностными свойствами. Оптимизация формирования льдопородной закладки состоит в минимизации времени послойного замораживания увлажненной породной смеси и является нестационарной, нелинейной и многопараметрической задачей. Для оптимизации процесса возведения закладочного массива разработана двухмерная математическая модель теплообмена рудничного воздуха с формируемой методом послойного намораживания льдопородной закладкой и окружающим массивом горных пород [2, 3].

Как показывают расчеты (рис. 1), для заданной толщины единичного слоя существует оптимальное время замораживания, при котором общее время формирования закладочного массива минимально. Даже небольшое отклонение времени замораживания в сторону уменьшения ведет к резкому увеличению общего времени формирования закладочного массива. Увеличение продолжительности промораживания слоя, по сравнению с оптимальным, незначительно увеличивает общее время формирования закладки. Поэтому на практике время замораживания каждого слоя должно выбираться с некоторым запасом.

Рис. 1. Продолжительность формирования закладочного массива в зависимости от времени замораживания 1 слоя при разных значениях влажности укладываемого слоя.

Таким образом, оптимизация технологических параметров послойного намораживания при закладке выработанного пространства рудников позволяет формировать закладочный массив с необходимыми прочностными свойствами, способствуя тем самым повышению безопасности ведения горных работ и ускорению сроков отработки месторождения.

Обработка основных запасов россыпного алмазоносного месторождения «Горное» (Мирнинский район Республики Саха (Якутия), прииск "Ирелях" АК «АЛРОСА») предусмотрена дражным способом. Месторождение представляет собой типичную надпойменную террасовую россыпь отличительной особенностью, которой является ее значительная протяженность, и ширина с расположением значительной части запасов на разных гипсометрических уровнях, что требует четкой организации горно подготовительных, вскрышных, добычных и рекультивационных работ.

Для обеспечения доступа драги к промзапасам на месторождении «Горное» технологией работ предусмотрено строительство 15 плотин-котлованов с общей протяженностью дамб более 32 км. Дамбы сооружаются из пород вскрыши,

укладываемых по подошве на плотик промзапасов. Технологией производства работ предусмотрено опережающее по времени вскрытие промблоков от торфов и выемка песков по всей протяженности контурных осей котлованов

В зависимости от начального значения отрицательной температуры кусков мерзлой породы и количества заливаемой воды слой влажных горных пород может быть заморожен за счет холода, аккумулированного в мерзлых кусках за различный период. Строительство дамб дражных котлованов предусматривается в зимний период (ноябрь-март) из мерзлых вскрышных пород (суглинков). По условиям фильтрационной прочности дамбы устраиваются с врезкой зуба в коренные породы и оформлением ядра путем послойной укладки, укатки, дополнительного увлажнения до 25-30% влажности и последующей проморозки каждого слоя в течение периода, определенного расчетом

Укладка льдопородной смеси производится в зимнее время и состоит из следующих технологических операций: раздробленные торфа доставляется на место строительства плотины (дамбы) и укладывается слоями снизу-вверх с проливом водой, распыляемой форсунками водовозки. После промораживания слоя атмосферным холодом сверху укладывается другой слой и так далее до необходимой высоты.

Для определения динамики формирования температурного поля льдопородного массива и основания плотины разработана математическая модель теплообмена атмосферного воздуха с возводимой льдопородной плотиной на основе параболических уравнений математической физики [4,5], которая учитывает все основные факторы: влажность (льдистость) отсыпаемых горных пород, толщину слоя, годовой ход наружной температуры воздуха и т.д.

Основным управляющим параметром при формировании льдопородного массива является время замораживания одного слоя при его заданной толщине. Время счета останавливается после укладки последнего слоя и при достижении температуры льдопородного массива заданного значения (-5°C).

На основании расчетов получены зависимости времени промораживания одного слоя от температуры атмосферного воздуха, начальной температуры, влажности и толщины слоя. На рис. 2 приведены зависимости для одного из вариантов расчета.

Рис. 2. Зависимости времени промораживания слоя от температуры атмосферного воздуха и толщины слоя. Начальная температура слоя 0°C , расход воды 250 л/м^3

Как показывают расчеты, наиболее существенное значение для промерзания слоя до заданной температуры, при прочих равных условиях, имеет его толщина. Так, например, слой толщиной 0,3 м промерзает до температуры -5°C в три раза быстрее чем

слой толщиной 0,6 м. Температура атмосферного воздуха также влияет на скорость формирования льдопородной плотины. Так, на проморозку слоя толщиной 0,5 м при температуре воздуха -15°C требуется более чем в два раза больше времени чем при температуре воздуха -40°C .

Таким образом, оптимизация технологических параметров послойного намораживания при строительстве мерзлой грунтовой плотины позволит формировать льдопородный массив с необходимыми прочностными свойствами, что будет способствовать повышению устойчивости сооружения и ускорению сроков его возведения.

Также технология послойного намораживания предложена для захоронения больших объемов твердых радиоактивных отходов (ТРАО). Выброшенные (более 20 лет назад) радионуклиды во время аварий на подземных ядерных взрывах «Кристалл» и «Кратон 3», произведенных на территории Якутии, стали причиной радиационного загрязнения значительных территорий, некоторые участки которых по степени загрязненности долгоживущими радионуклидами и изотопами плутония относятся к зонам чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия. Растительность, грунт, почва в пределах этих участков относятся к твердым радиоактивным отходам, и в соответствии с действующим законодательством РФ должны быть переработаны и захоронены. Разработан способ захоронения твердых радиоактивных отходов в поверхностных курганных могильниках (ПКМ), на который получен патент России (№ 2134459) [6]. Для обоснования данного способа модифицирована математическая модель процесса послойного намораживания горных пород с учетом теплообмена с атмосферным воздухом. Результаты расчета показали, что в районах Крайнего Севера за зимний период строительства послойным намораживанием ТРАО ($3.5 \div 4$ месяца) может быть возведен поверхностный курганный могильник высотой до 16 м. Целесообразным по условиям отсыпки и промораживания можно считать толщину слоя ТРАО, равную примерно 0,6 м, с влажностью не менее 60%.

Рис. 3. Зависимость высоты ПКМ от толщины и влажности укладываемых слоев

Технологию послойного намораживания также можно использовать для захоронения небольших партий ТРАО в подземных горных выработках криолитозоны [7,8].

1. Необутов Г.Г., Гринев В.Г. Разработка рудных месторождений с использованием замораживаемой закладки в условиях многолетней мерзлоты. - Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1997. -104 с.
2. Каймонов М.В., Хохолов Ю.А., Курилко А.С., Необутов Г.П. Методика расчета послойного намораживания пород при формировании льдопородного массива в горных выработках // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2003. - № 9 – С. 47-49.

3. Хохолов Ю. А., Мамонов А. Ф., Зубков В. П. Оптимизация формирования льдопородного массива в горных выработках // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. - № 10 – С. 103-107.
4. Бураков А.М., Ермаков С.А., Каймонов М.В., Курилко А.С., Хохолов Ю.А. Технологические особенности строительства дражных полигонов в условиях россыпного месторождения криолитозоны // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. - № 8 – С. 271-276.
5. Курилко А.С., Ермаков С.А., Хохолов Ю.А., Каймонов М.В., Бураков А.М. Моделирование тепловых процессов в горном массиве при открытой разработке россыпей криолитозоны. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 140 с.
6. Патент RUS 2134459, МПК6 G 21 F 9/24. Способ захоронения твердых радиоактивных отходов в зоне многолетней мерзлоты / В.В. Киселев, Ю.А. Хохолов; заявитель и патентообладатель ИГДС СО РАН. - №97113864/25; заявл. 12.08.97; опубл. 10.08.99, Бюл. № 18.
7. Патент RUS 2263985, МПК6 G 21 F 9/34. Подземный бесконтейнерный способ захоронения твердых источников радиоактивного излучения в отработанных подземных горных выработках криолитозоны / В.В. Киселев, Ю.А. Хохолов; М.В. Каймонов; заявитель и патентообладатель ИГДС СО РАН. - №2003125163/06; заявл. 11.08.03; опубл. 10.11.05, Бюл. № 31.
8. Киселев В.В., Хохолов Ю.А., Каймонов М.В. Использование горных технологий и выработанного пространства рудников криолитозоны для захоронения твердых радиоактивных отходов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2006. - № 3. - С. 129–134.

Dmitrienko N.A., Avdeeva T.G., Alekseenko J.V.
The research of methods and development of the system
for Twitter messages sentiment analysis

Don State Technical University
(Россия, Shakhty)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-58

idsp: 000001:lj-31-01-2018-58

Abstract

The article describes the development of a program for twitter sentiment analysis based on machine learning methods. The approaches used to determine the key of the text are considered. The analysis of current methods for determining sentiment analysis and vector space models of text presentation were provided. Three algorithms for the classification of texts by tonality were implemented: naive Bayesian algorithm, random forests, and logistic regression. During the testing of algorithms using the ROC curve, the most effective one was determined.

Keywords: machine learning, vector space model, naive Bayesian classifier, random forests, logistic regression.

Recently, social networks have grown rapidly on the Internet, such websites as Facebook and Twitter have become extremely popular since their first appearance. Nowadays millions of people share their thoughts about events happening in the world with their friends and followers on social networks.

One of the features of such social networks is the search for the necessary contacts and the establishment of connections between people. Sentiment Analysis can be used to analyze the history of user messages.

Recognizing texts marked with emotional labels is one of the classification tasks. This task can be applied not only for the classification of text, but also for tasks of artificial intelligence. Sentiment analysis is a field of computer linguistics, which deals with the allocation of emotionally labeled vocabulary or author's emotional evaluation from texts. Applying sentiment analysis commercial companies can find out the opinion of buyers about a product. This data can be used to improve the quality of the product, to determine the key audience, as well as to find the main advantages and disadvantages of competitors.

At the moment, there are two commonly used approaches to the sentiment analysis problem: the first approach is based on machine learning methods; the second one is called sentiment vocabulary-based approach

Figure 1. Approaches used for Sentiment Analysis

The approach based on the application of sentiment dictionaries is analyzing the tonality of individual words (terms) in text and subsequent recognizing the tonality of the entire text according to the estimates of the individual words used in this text.

In the approach based on machine learning, analyzing the tonality is a task of classifying texts that can be solved by a classifier training on a pre-labeled collection of texts.

Each of these two approaches has its advantages and disadvantages. Now there are methods based on the use of sentiment dictionaries that do not require a training collection, that is, manual text marking is no longer needed. Moreover, these methods do not need to compile a learning function, also, "solutions" accepted by a classifier can be easily explained. In this case, pre-labeled sentiment dictionaries are required for these methods. In their turn, the dictionaries also have to take into account the subject area of the text being studied. These sentiment dictionaries are not used in the methods of machine learning. In practice, classifiers demonstrate high quality of classification.

One of the most significant problems in the field of computer algorithms is the problem of extracting the "sense" from the text written in a natural language, and then presenting it in the form that would be convenient for computer processing. The most famous and simple way of representing knowledge is vector model.

Vector model is representing the collection of documents in an information search by vectors from one vector space that is common to the whole collection.

There are two basic models of text representation:

- Bag of Words is a model often used in text processing, which is an unordered set of words that are part of the text being processed.
- TF-IDF is a statistical measure used to evaluate the importance of a word in the document context that is a part of the collection of documents or a corpus.

The analysis of classification problems was performed, and the most popular classifiers were identified:

- Logit Model is a statistical model used to predict the probability of occurrence of an event by matching the data to the logistic curve. [1, p. 72]
- RF (Random Forest) is the set of decision trees. In the regression problem their responses are averaged, in the classification problem the decision is taken by majority vote. [2, p. 109]
- A Bayesian Approach to classification is based on the theorem, which states that if distribution densities of each of classes are known, the wanted algorithm can be written in an explicit analytical form [3, p. 56]

On the basis of the data obtained during the study, some experiments were conducted, which helped to compare two types of classification algorithms: binary and hierarchical classification of Twitter text messages.

Twitter is a social network for public message sharing with the use of web interface, SMS, instant messaging tools or third-party software. [4]

To use text messages (tweets) in other external software products we need to use Twitter API, which is the set of pre-built classes and methods provided by Tweeker.

Python was used as the language for development. Python is a high-level general purpose programming language, which is focused on improving developer productivity and code readability. [5, p. 302]

Jupyter Notebook was chosen as a development environment. Jupyter Notebook is a web-based environment that allows users to perform interactive calculations in special documents for laptops.

The two algorithms were developed to determine the most efficient machine learning algorithms for automatic analysis of the tonality of Twitter text messages. The first one is an algorithm for binary classification of text messages, which was taken as a standard for comparison. This algorithm assumes that the sample of messages is divided into only two classes: "positive" and "negative".

The general view of the binary classification algorithm is presented below:

- Load the text of a message and break it into words, which will be turned later into lowercase
- Discard punctuation
- Discard numbers
- Use TF-IDF for the resulting word vector
- Use the logistic regression, naive Bayes classifier and random forest for the resulting feature vector is used

We used scikit-learn, which is a machine learning library, for preprocessing and producing features used.

To test the accuracy of the classification algorithm cross-validation method (cross-validation, cross-validation) was used. As one step of this procedure a set of partitions of the original sample is fixed for a set of partitions of the original sample into two groups: learning and controlling. [3, p. 5] For each partition setting up an algorithm for the training subgroup is executed, and then we evaluate its efficacy on vectors of the control subgroup. A cross-validation estimate is the average for all partitions of the accuracy and completeness values on control subgroups. If the sampling objects are independent, the average values of the evaluations of the cross-validation effectiveness will give unbiased performance estimates.

Figure 2 shows the classification accuracy of the three algorithms on the test data.

Figure 2. The Classification Accuracy

As we can see in Figure 2, the logistic regression has the greatest accuracy.

Emotional tone of tweets may not only be positive or negative. There are always tweets that do not contain any particular emotions, thus they are neutral and irrelevant or simply provide some information. For performing classification of text messages into three classes we applied a hierarchical approach. This is about separating "emotional" messages from neutral ones on the

first step, and then separating positive and negative ones among only emotional messages on the second step. This approach is presented in Figure 3.

Figure 3. Hierarchical Classification Algorithm

In the present hierarchical classification algorithm, the search of neutral tweets is based on the body of neutral and emotion-toned words Liu and Hu opinion lexicon.

Figure 4 shows the classification accuracy of the three types of classifiers on the test data.

Figure 4. The Classification Accuracy

As we can see in Figure 4, the logistic regression has the highest classification accuracy.

Comparing the two types of classification (Figure 5), we can conclude that the hierarchical classification is on average 5% better than the binary classification.

Figure 5. The Comparison of Classification Types

To sum up, the paper presents the most popular classification algorithms for the analysis of a text message tone. The authors considered the implementation of the most popular classification algorithms, as well as determined the most effective machine learning algorithm to

analyze the tone of Twitter text messages. Also, the environment for development and programming language are described.

1. Boyarsky K. K. Introduction to Computer Linguistics: Textbook. allowance - SPb: NIU ITMO, 2013. - 72 p.
2. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Chapter 15. Random Forests // The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. - 2nd ed. - Springer-Verlag, 2009 -109 p.
3. Subbotin SV, Bolshakov D. Yu. Application of the Bayesian classifier for the recognition of classes of goals. // "Journal of Radioelectronics", Izd. 4e - 2006. - 56 with.
4. Khramov D. Using the Twitter API for data collection. URL: http://dkhramov.dp.ua/images/edu/Stu.WebMining/ch17_twitter.pdf (circulation date is 30/03/2017).
5. Koelo LP, Richard V. Construction of machine learning systems in Python. // "Machine learning", Izd. 2e - 2016 -302 s.

РАЗДЕЛ X. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Понамарев Н.С., Козлов В.В., Тимофеев А.В.
Виды моделирования информационных систем

МИРОСТ СамГТУ
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-59

idsp: 000001:lj-31-01-2018-59

Слово «модель» произошло от латинского слова «modulus», означает «мера», «образец». Его первоначальное значение было связано со строительным искусством, и почти во всех европейских языках оно употреблялось для обозначения образа или прообраза, или вещи, сходной в каком-то отношении с другой вещью. Например, перед строительством здания, сооружения делали его уменьшенную копию для обсуждения, улучшения, утверждения проекта.

Моделирование в научных исследованиях стало применяться еще в глубокой древности и постепенно захватывало все новые области научных знаний: техническое конструирование, строительство и архитектуру, астрономию, физику, химию, биологию и, наконец, общественные науки. Большие успехи и признание практически во всех отраслях современной науки принес методу моделирования XX век. Однако методология моделирования долгое время развивалась отдельными науками независимо друг от друга. Отсутствовала единая система понятий, единая терминология. Лишь постепенно стала осознаваться роль моделирования как универсального метода научного познания.

Термин «модель» широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений. В этом разделе мы будем рассматривать только такие модели, которые являются инструментами получения знаний.

Модель - это такой материальный или мысленно представляемый, то есть информационный объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал, обладая его существенными информационными свойствами (качественно-логическими и количественно-математическими), то есть характером отношений между элементами изучаемого объекта и его отношений к другим объектам физической реальности, так, что изучение модели дает новые знания об объекте-оригинале[1]. Более строго, по сути модель представляет собой вид информационной системы, копирующей целевые системы (информационные, энергетические, вещественные), и предназначенной для изучения свойств последних. По форме модель может быть воплощена на любом физическом носителе: вещественном изделии, компьютерной программе.

Моделирование - процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Процесс моделирования обязательно включает и построение абстракций, и умозаключения по аналогии, и конструирование научных гипотез. Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей.

В основе моделирования лежит подобие, при котором некоторые стороны реального объекта не моделируются совсем. Теория подобия утверждает, что абсолютное подобие возможно лишь при замене одного объекта другим точно таким же. Поэтому при моделировании абсолютное подобие не имеет места. Исследователи стремятся к тому, чтобы модель хорошо отображала только исследуемый аспект системы. Например, для оценки помехоустойчивости дискретных каналов передачи информации функциональная и информационная модели системы могут не

разрабатываться. Для достижения цели моделирования вполне достаточна событийная модель, описываемая матрицей условных вероятностей переходов i -го символа алфавита в j -й.

В зависимости от типа носителя и сигнатуры модели различаются следующие виды моделирования: детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное[2].

Детерминированное моделирование отображает процессы, в которых предполагается отсутствие случайных воздействий.

Стохастическое моделирование учитывает вероятностные процессы и события.

Статическое моделирование служит для описания состояния объекта в фиксированный момент времени, а динамическое — для исследования объекта во времени. При этом оперируют аналоговыми (непрерывными), дискретными и смешанными моделями.

В зависимости от формы реализации носителя и сигнатуры моделирование классифицируется на мысленное и реальное.

Мысленное моделирование применяется тогда, когда модели не реализуемы в заданном интервале времени либо отсутствуют условия для их физического создания (например, ситуация микромира). Мысленное моделирование реальных систем реализуется в виде наглядного, символического и математического. Для представления функциональных, информационных и событийных моделей этого вида моделирования разработано значительное количество средств и методов.

При наглядном моделировании на базе представлений человека о реальных объектах создаются наглядные модели, отображающие явления и процессы, протекающие в объекте. Примером таких моделей являются учебные плакаты, рисунки, схемы, диаграммы.

В основу **гипотетического моделирования** [3] закладывается гипотеза о закономерностях протекания процесса в реальном объекте, которая отражает уровень знаний исследователя об объекте и базируется на причинно-следственных связях между входом и выходом изучаемого объекта. Этот вид моделирования используется, когда знаний об объекте недостаточно для построения формальных моделей.

Аналоговое моделирование основывается на применении аналогий различных уровней. Для достаточно простых объектов наивысшим уровнем является полная аналогия. С усложнением системы используются аналогии последующих уровней, когда аналоговая модель отображает несколько (или только одну) сторон функционирования объекта.

Макетирование применяется, когда протекающие в реальном объекте процессы не поддаются физическому моделированию или могут предшествовать проведению других видов моделирования. В основе построения мысленных макетов также лежат аналогии, обычно базирующиеся на причинно-следственных связях между явлениями и процессами в объекте.

Символическое моделирование представляет собой искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает его основные свойства с помощью определенной системы знаков и символов.

В основе **языкового моделирования** лежит некоторый тезаурус, который образуется из набора понятий исследуемой предметной области, причем этот набор должен быть фиксированным. Под тезаурусом понимается словарь, отражающий связи между словами или иными элементами данного языка, предназначенный для поиска слов по их смыслу.

При формировании **цели моделирования** встает вопрос правильности и полноты создания списка качеств и характеристик будущей модели. Описание объекта моделирования часто называют термином "информационная модель". Примеры ее

использования можно видеть в различных формах: графических, словесных, табличных, математических и многих других. Чем точнее информационная модель, тем более качественно и полно она отображает совокупность свойств оригинального объекта. Поэтому необходимо выделить только самые необходимые параметры для моделирования и установить связи между ними. Этот процесс называется системным анализом.

Когда **информационная модель** сформирована, ее параметры можно использовать для изучения реального объекта, прогнозирования его поведения в различных условиях, проведения расчетов. Часто задействуют смешанные информационные модели. Примеры использования такой формы моделирования часто можно встретить в строительстве, когда формируются и отражаются отдельные характеристики сложного объекта, например, здания, в виде чертежей, математических расчетов прочности и допустимых нагрузок. Еще одним ярким примером смешанной информационной модели служит географическая карта с ее топографическими символами, надписями, таблицами. Такая модель может также представляться в виде графиков, диаграмм, таблиц, схем. Последние условно разделяются на карты, блок-схемы и графы[4].

К информационным относят и вербальные модели, которые представляются в разговорной или мысленной форме. Они еще имеют название "словесные информационные модели". Примеры такого моделирования можно наблюдать при управлении автомобилем: ситуация на дороге, показания светофоров, скорость соседних автомобилей и т. д. анализируются человеком. При этом вырабатывается определенная модель поведения. Если текущая ситуация смоделирована правильно, то данный отрезок пути будет безопасным. Если нет, велика вероятность аварии.

- 1- «BPwin и ERwin : CASE-средства разработки информационных систем», 2001г, Маклаков С.В.
- 2- «Моделирование систем и процессов», 2015г, В.Н. Волкова, В.Н.Козлова.
- 3- «Математическое моделирование», 2007г, Сидоров В.Н., Ахметов В.К.
- 4- «Книга диаграмм. Визуальное решение задач.», 2016г, Кевин Дункан.

Скрипина И.И.

Анализ преимуществ использования сетей с большим радиусом действия и низким энергопотреблением

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, Белгород)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-60

idsp: 000001:lj-31-01-2018-60

Аннотация

В статье рассмотрены ключевые аспекты использования сетей с большим радиусом действия и низким энергопотреблением. Проанализированы основные характеристики различных сетей и выявлены приоритетные. Определены экономические последствия внедрения рассмотренных технологий.

Ключевые слова: LoRaWAN, , беспроводные технологии, LPWAN, энергоэффективность, протокол

Abstract

The article considers the key aspects of the use of high-range and low power consumption. The basic characteristics of the different networks and identified priorities. Certain economic impacts of implementation of considered technologies.

Keywords: LoRaWAN, , wireless technologies, LPWAN, energy efficiency, protocol

В настоящее время все большее развитие получает тема использования маломощной радиосвязи (менее 25 мВт), поскольку она дает возможность не только использовать безлицензионные диапазоны, но и передавать низкоскоростные данные на расстояния до 50 км.

В основе таких сетей лежит технология LPWAN – суть ее в передаче данных с низким энергопотреблением, она создана для беспроводной передачи телеметрии междатчикам машинной информации на большие расстояния.

Ярким представителем такой связи можно смело назвать созданный в 2015г. открытый энергоэффективный сетевой протокол LoRaWAN (LongRangeWideAreaNetworks), имеющий неоспоримые преимущества перед Wi-Fi и сотовыми сетями благодаря возможности развертывания межмашинных (M2M) коммуникаций. Использование таких сетей нашло широкое применение в так называемом «Интернете вещей» (IoT).

IoT — система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления без участия человека.

Сферы применения данных сетей разнообразны и экономически выгодны, примерами могут служить:

- 1) мониторинг ДТП и вызов экстренных служб;
- 2) погодные датчики;
- 3) контроль шума;
- 4) «умные светофоры»;
- 5) учет ресурсов и т.д.

Рассмотрим более подробно несколько конкретных решений сетей и их технологические характеристики.

Таблица 1.

Таблица технологических характеристик конкретных решений сетей.

№ №	Технические характеристики	LoRaWAN	Стриж	SigFox	Nue1	Nware	Dash7
1.	Дальность	В городской черте до 5 км., вне города до 50 км.	В городской черте до 5 км., вне города до 40 км.	В городской черте до 7 км., вне города до 50 км.	До 10 км.	До 10 км.	До 1 км. в городской черте.
2.	Частота	Менее 1ГГц	868,9МГц	Частотно независимая сеть	ISM	Менее 1ГГц	Менее 1ГГц
3.	Скорость передачи	0,3-50 кбит/с., адаптивно	50 кбит/с.	10-1000 бит/с.	100 кбит/с.	100 бит/с.	167 кбит/с.
4.	Протокол	Открытый	Проприетарный	Открытый	Проприетарный	Проприетарный	Открытый
5.	Потребление электроэнергии	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое
6.	Аутентификация	Да	Да	Да	-	Да	Да
7.	E2E шифрование	Да	Да	Да	-	Да	Да
8.	Полная двунаправленность	Да, в зависимости от режима	Да	Нет	Да	Нет	Да
9.	Поддержка сенсоров	Да	Да	Нет	-	Нет	Да

	движущихся между станциями						
10.	Местонахождение сенсора	Да	Триангуляция RSSI	Нет	-	Нет	Да
11.	Масштабируемость	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Проанализировав представленную выше таблицу можно сделать вывод, что LoRaWAN имеет ряд преимуществ, таких как: высокую скорость передачи; низкое потребление энергии; достаточно большую дальность даже в условиях городской черты; поддержку различных видов сетей, а также экономическую эффективность использования данного вида сети.

Если остановиться более подробно на экономической эффективности можно выделить следующие возможности, с помощью которых можно получить значительные выгоды от применения таких технологических решений:

- 1) повышение надежности используемых технологий;
- 2) сокращение затрат;
- 3) появление новых рынков сбыта и т.д.

По оценке проведенной АО «PricewaterhouseCoopers — аудиторская сеть», кумулятивный экономический эффект от внедрения IoT в городской среде в период до 2025 года может достичь 375 млрд рублей[1]. Такие высокие показатели складываются из оптимизации транспортной системы городов; снижения затрат населения на ЖКХ; улучшения работ коммунальных служб; сокращения затрат в сфере энергоресурсов, и сокращению затрат населения на энергоресурсы; повышению уровня жизни и расходов на здравоохранение.

Рост заинтересованности в использовании таких сетей со стороны не только бизнеса, но и государства закономерен: экономическая привлекательность, социальная направленность, перспективность развития, экономия за счет снижения затрат. Все это можно считать основой для дальнейшего широкого использования рассматриваемых технологий.

1. ГОСТ 15150-69 Межгосударственный стандарт. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды—введ. 1971.01.01, Москва: Стандартинформ 2010, 58с.
2. Оконечное оборудование LoRaWAN [Электронный ресурс]/ Электрон. Текстовые дан. – Москва: 2016. Режим доступа <http://loralink.ru/equipment/terminal.html>, свободный
3. PwC Россия [Электронный ресурс]/ Электрон. Текстовые дан.—Москва: 2017. Режим доступа <https://www.pwc.ru/ru/about.html>, свободный
4. Lo-Ra.ru Сообщество разработчиков LoRaLoRa WAN LPWAN [Электронный ресурс]/ Электрон. текстовые дан. –Москва: 2017. Режим доступа <http://lo-ra.ru/lor>, свободный

Чулюков В.А.

**Модель организационного управления образовательной системой:
обеспечивающая компонента**

*Воронежский Государственный педагогический университет
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-61

idsp: 000001:lj-31-01-2018-61

Аннотация

Описывается составляющая системной структуры (обеспечивающая компонента) модели организационного управления образовательного учреждения высшего

образования как часть методологии ситуационного моделирования на основе операционального подхода.

Ключевые слова: модель, моделирование, операциональный подход.

В области структурного моделирования образовательных систем (состав подсистем и элементов, каждому из которых обычно соответствует определенная функция, а также организация связей и отношений между ними) наиболее проработанными являются модели обучения с обучаемым (например, [1, 2]). Но для эффективной реализации образовательной деятельности неизбежна разработка также и модели организационного управления образовательным учреждением.

По аналогии с принятой системной структурой модели данных в теории баз данных (структурная, манипулирующая и целостная компоненты [3, 4]), концептуальную схему модели организационного управления можно представить состоящей из трех компонент: структурной [5], функциональной [6] компоненты, определяющие организацию и деятельность сотрудников, а также компоненты, обеспечивающей деятельность учреждения в целом, как системы. Обеспечивающая компонента в общем случае содержит такие ресурсы, как кадровые, материально-технические, нормативно-правовые, информационного обеспечения.

В системном моделировании технологических объектов используют различные формы математической формализации понятия «ресурсы». Довольно исчерпывающе ресурсные задачи рассмотрены в [7], где описаны задачи комбинаторной оптимизации. Наиболее распространенная из них посвящена определению комбинации видов деятельности, максимизирующей «общие выгоды» при ограничениях на издержки.

Воспользуемся следующими обозначениями [7]: N – число ресурсов, которые распределяются по видам деятельности в условиях специализации; M – число рассматриваемых видов деятельности; b_j – обобщенный приоритет j -го вида деятельности в иерархии ожидаемых выгод; c_j – обобщенный вес j -го вида деятельности в иерархии ожидаемых издержек.

При этом выполняются условия:

$$\sum_{j=1}^M b_j = \sum_{j=1}^M c_j = 1, \quad 0 \leq b_j, c_j \leq 1 \text{ для всех } j.$$

Для осуществления любого j -го вида деятельности надо выделить такое минимальное количество i -го ресурса r_{ij} , чтобы $r_{ij} \geq 0$. Тогда все M видов деятельности потребуют ресурсов:

$$R = \|r_{ij}\|.$$

То есть это матрица размером $M \times N$ по крайней мере со одним ненулевым элементом в строке и столбце. Это значит, что для каждого вида деятельности требуется, по крайней мере, один вид ресурса и каждый вид ресурса требуется, по крайней мере, для одного вида деятельности.

Введем матрицу размером $M \times N$ фактического (а не минимального) распределения i -го ресурса на j -й вид деятельности:

$$A = \|a_{ij}\|.$$

Естественно предположить, что ресурсы неделимы до бесконечности. Например, подразделения организации являются функционально неделимыми. Обозначим через n_i число неделимых единиц каждого i -го ресурса.

Пусть n_{ij} – число единиц i -го ресурса, распределенного для j -го вида деятельности при соблюдении условия:

$$\sum_{j=1}^N n_{ij} < n_i, \quad i = 1, \dots, N.$$

Если множество видов деятельности достаточно однородно, относительную эффективность v_{ij} ресурса i , используемого для вида деятельности j можно измерить. Вероятно можно, например, использовать учителя, инженера или даже агронома для преподавания в школе. По всей видимости, последние двое будут действовать менее эффективно. Если для сравнения выбирать наиболее эффективный ресурс, получим, что $v_{ij} < 1$ для всех ресурсов i , замещающих ресурс k при $v_{kj} = 1$. Для задач с замещениями можно получить a_{ij} единиц ресурсов, эквивалентных i -му ресурсу для вида деятельности j , превращая n_{ik} единиц ресурса i в ресурс k с эффективностью v_{ik} , т.е.

$$a_k = \sum_{i=1}^N n_{ik} v_{ik}.$$

Таким образом, получено a_i единиц i -го ресурса. Теперь можно распределить a_{ij} единиц ресурса (с $\sum_{j=1}^M a_{ij} \leq a_i$) на j -й вид деятельности. В случае невозможности превращения $v_{ik} = 0$ и распределение можно проделать в терминах «естественных единиц ресурса», т.е. $a_{ij} = n_{ij}$.

Задачи распределения ресурсов вынуждают распределять ресурсы в матрице потребностей R по трем видам целей:

1. Делать как можно больше.
2. Делать что-то как можно дешевле.
3. Получать максимально возможное отношение выгод к издержкам.

Эти случаи выбираются с учетом некоторых критериев [7], а их классификация осуществляется по характеру целевой функции. Затем в каждом случае ограничения настраиваются в соответствии с требованиями практических задач.

1. Топчиев А.В., Чулюков В.А. Модели адаптивного обучения в компьютерных системах. // Современные наукоемкие технологии. 2010. №5. С. 62 – 68.
2. Дураков С.Г., Чулюков В.А. Математическая модель процесса накопления информации пользователем. // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 78 – 80.
3. Астахова И.Ф., Потапов А.С., Чулюков В.А. Практикум по информационным системам. Oracle. – Киев. 2004. 176 с.
4. Практикум по информационным системам. Oracle: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 030100 – информатика / сост. И. Ф. Астахова, А. С. Потапов, В. А. Чулюков, В. Н. Стариков. Воронеж, 2003. 117 с.
5. Греченко Д.А., Чулюков В.А. Структурная компонента модели организационного управления высшим учебным заведением. // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 4. С. 13 – 16.
6. Чулюков В.А., Диденко Д.А. Функциональная компонента модели организационного управления высшим учебным заведением. // Фундаментальные исследования. 2016. № 3-1. С. 62 – 66.
7. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т.Саати, К.Кернс / Пер.с англ. – М.:Мир, 1991. – 224с.

РАЗДЕЛ XI. МЕДИЦИНА

Бирюков Н.Ю., Бончева Т.Ю., Слободина Я.А., Гулуа Г.А., Расщепкина А.А.
Использование информационных технологий для облегчения конструкции
аппарата Илизарова

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-62

idsp: 000001:lj-31-01-2018-62

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Известно [1...3], что использование аппарата Илизарова позволяет вылечить сложные случаи перелома костей. Для облегчения веса применяются различные материалы, вместо стали используют титан.

Цель настоящего исследования заключалась в оценке напряженно-деформированного состояния компрессионно-дистракционного аппарата.

Материалы и методы. Проведён виртуальный анализ в программе SolidWorks Simulation модели компрессионно-дистракционного аппарата и произведена оценка НДС эндопротеза при нагрузке 700 Н, для таких материалов как: нержавеющая сталь (ферритная) и сплав Ti-6Al-4V, травление хромовой кислотой и остаренный, рис.1, табл.1.

Исходя из проведенного исследования, получены результаты, показывающие, что напряжения по «Von Mises», результирующие перемещения, деформации модели аппарата Илизарова из сплава титана Ti-6Al-4V меньше, чем из нержавеющей стали. Эндопротез станет легче, что сделает его использование более комфортным.

Таблица 1.

Сравнительные показатели используемых материалов

Наименование	Нержавеющая сталь (ферритная)	Ti-6Al-4V, кислотное травление и остаренный (SS)
Тип модели	Линейный упругий изотропный	
Критерий прочности по умолчанию	Максимальное напряжение von Mises	
Предел текучести	1.72339e+008 N/m ²	8.27371e+008 N/m ²
Предел прочности при растяжении	5.13613e+008 N/m ²	1.05e+009 N/m ²
Модуль упругости	2e+011 N/m ²	1.048e+011 N/m ²
Коэффициент Пуассона	0.28	0.31
Массовая плотность	7800 kg/m ³	4428.78 kg/m ³
Модуль сдвига	7.7e+010 N/m ²	4.10238e+010 N/m ²
Коэффициент теплового расширения	1.1e-005 /Kelvin	9e-006 /Kelvin

Выводы: подтверждено, что для модели, изготовленной из сплава титана Ti-6Al-4V, масса установки меньше, чем для модели, изготовленной из нержавеющей стали; модель аппарата Илизарова становится более прочной и удобной в эксплуатации.

1. <http://ortezsustava.ru/operatsii/ispolzovanie-apparata-ilizarova.html>
2. Маслова К.А., Пичхидзе С.Я. Компрессионно-дистракционный аппарат Илизарова. 30.10.2017, Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
3. Study of Properties of Silver-Substituted Hydroxyapatite and Biocomposite Nano-structured Coatings Based on It/ A. V. Lyasnikova , V. N. Lyasnikov, O. A. Markelova, O. A. Dudareva, S. J. Pichhidze, I. P. Grishina/ Biomedical Engineering. Vol. 49. No. 5, 2016, pp. 304-307.

Варламов Д.А., Небогатиков Р.С.

Разработка конструкции четырехстворчатого протеза клапана сердца

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-63

idsp: 000001:lj-31-01-2018-63

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Целью работы являлась разработка конструкции 4-х створчатого механического протеза клапана сердца МПКС и моделирование тока крови.

При конструировании МПКС учитывались следующие требования:

- устранение разделения потока крови при прохождении через клапан;
- снижение скорости потока крови при прохождении через протез;
- обеспечение полноты просвета проходного отверстия клапана [1...3].

Клапан представляет собой конструкцию, состоящую из трех компонентов. Первый компонент, выполненный в виде кольца с креплениями для створок, на внутренней части которого расположен треугольный выступ для соединения с нижней частью клапана. Второй представляет собой кольцо, на внешней части которого расположен треугольный паз, предназначенный для крепления с верхней частью. Верхняя и нижняя части закреплены подвижно и имеют возможность перемещаться вокруг своей оси. Третий состоит из четырех створок треугольной формы, которые крепятся по периметру выходного отверстия клапана. Со стороны крепления на створках расположены упоры, выполняющие функцию ограничителя хода, т.е. своей формой не позволяющие им открываться на угол больше чем 86°, достаточный для обеспечения беспрепятственного прохождения кровотока.

Далее был выполнен анализ прочностных характеристик МПКС. Расчет НДС в упругой постановке выполнялся посредством программного продукта SolidWorks в рамках трехмерной модели МПКС. На поверхности элемента задавалось близкое к максимальному равномерно распределенное давление 13,33 кПа (100 мм рт.ст.), соответствующее моменту частичного открытия клапана и предельное давление 19,99 кПа (150 мм рт. ст.). Результаты расчета НДС приведены на рис. 4-9.

<i>Рис.1. Конструкция МПКС без манжеты</i>	<i>Рис. 2. Вид проходного отверстия МПКС</i>	<i>Рис. 3. Вид МПКС в разрезе</i>

<i>Рис. 4. Статический анализ узловых напряжений при давлении 100 мм рт. ст., МПа</i>	<i>Рис. 5. Статические перемещения при подаче давления 100 мм рт. ст., мм</i>	<i>Рис. 6. Статический анализ узловых напряжений при давлении 150 мм рт. ст., МПа</i>

<i>Рис. 7. Статические перемещения при подаче давления 150 мм рт. ст., мм</i>	<i>Рис. 8. Эпюра коэффициента запаса прочности (FOS) при 100 мм рт. ст.</i>	<i>Рис.9. Эпюра коэффициента запаса прочности (FOS) при давлении 150 мм рт. ст.</i>

Так же было проведено моделирование тока крови в МПКС в SW Flow Simulation: определение полей давлений и скоростей во внутренней области клапана. Предполагалось, что на входе клапана задан ламинарный поток крови вязкостью 0,005 м²/с и плотностью 1,003 г/см³, движущийся с поступательной скоростью 0,4 м/с. В качестве изменяемых параметра были взяты угол открытия створок и давление на входе. При выполнении расчетов взято абсолютное давление крови, табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов при давлениях 100 и 150 мм рт. ст.

Показатели	100 мм. рт. ст. (13330 Па)		
	10°	30°	60°
V _{max} (м/с)	1.6	0.87	0.56
P _{min} , Па	109766	113367	114291
P _{max} (Па)	114463	114687	114682
	150 мм рт. ст. (19990 Па)		
	10°	30°	60°
V _{max} (м/с)	1.66	0.98	0.52
P _{min} (Па)	116428	120033	120913
P _{max} (Па)	121534	120335	121335

Распределение скоростей для конструкции клапана симметрично относительно оси потока. При большом угле открытия 60° возникает локальная турбулентность. Согласно векторной диаграмме скоростей наблюдается возвратное течение и вихревое движение (турбулентность) в непосредственной близости к створкам (рис. 10, 11).

Выводы: произведена разработка конструкции 4-створчатого МПКС, отвечающего основным требованиям по обеспечению надежности работы МПКС и снижению риска образования тромбов. Приведены некоторые механические характеристики клапана и осуществлено моделирование тока крови в механическом клапане сердца.

1. ГОСТ 26997-2002. Клапаны сердца искусственные. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2004. – 13с.
2. Малиновский Н. Н., Константинов Б. А., Дземешкевич С. Л. Биологические протезы клапанов сердца. М: Медицина, 1988. — 256 с.
3. Фурсов Б. А. Биопротезирование клапанов сердца: Автореф. дис. д-ра мед. наук. М.: ФГБУ ННПЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ, 1982. – 40с.
4. Варламов Д.А., Небогатиков Р.С., Смоленко А.М. Проектирование четырехстворчатого механического протеза клапана сердца. Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
5. Соколов В.Е., Небогатиков Р.С., Варламов Д.А., Смоленко А.М. Новая модель клапана сердца на основе ИКС «Трикардикс». Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.

**Викулова М.А., Костин К.Б., Горшков Н.В., Шляпкина А.А., Ямбиков Р.Ш.,
Ярахмедов М.Г., Пичхидзе С.Я.**

Синтез и идентификация хлор-гидроксиапатита

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

*doi: 10.18411/lj-31-01-2018-64
idsp: 000001:lj-31-01-2018-64*

Научные руководители: Дударева О.А., Лясникова А.В.

Известно [1...3], что для ортопедии представляют интерес различные замещенные кальцийфосфаты, в частности: хлор-гидроксиапатит (Cl-ГА).

Цель работы заключалась в получении и идентификации СІ-ГА.

Методика эксперимента. Нами апробирован метод получения СІ-ГА из растворов при рН на уровне 8-9, рис.1-3. После 24 часов старения осадок сушили при 90 °С и затем прокаливали при 600 °С. СІ-ГА представляет собой твердые частицы произвольной формы с четкими границами. ЭДР/EDX и РФА анализ прессованных частиц синтезированного СІ-ГА подтверждает наличие Са, Р, О, СІ в структуре препарата, степень кристалличности возрастает при повышении температуры от 200 к 600 °С.

Выводы: проведен синтез СІ-ГА и доказана его структура.

1. Насанова А.А., Муктаров О.Д., Буров А.М., Пичхидзе С.Я. Исследование биологического карбонат-гидроксиапатита. В сборнике: Будущее науки - 2015. Сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции в 2-х томах. Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2015. С. 210-211.
2. Лясникова А.В., Пичхидзе С.Я., Дударева О.А., Маркелова О.А. Исследование свойств магнийзамещенного гидроксиапатита и плазменных покрытий на его основе. Журнал технической физики. 2015. Т. 85. № 11. С. 152-155.
3. Таганова В.А., Костин К.Б., Пичхидзе С.Я., Дударева О.А., Лясникова А.В. Идентификация хлор-гидроксиапатита. Научно-практическая конференция: Технология и переработка органических и неорганических материалов. 25.12.2017, Балаково: БИТУ МИФИ, 2017. – 2с.

Гохман М.А., Рассказова И.С.

Аналитика и изменение модели тазобедренного сустава

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-65

idsp: 000001:lj-31-01-2018-65

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Протез - искусственное приспособление, способное заменить функцию определенного органа. Если протез располагается внутри человеческого тела, то он называется эндопротезом [1...3]. Эндопротезирование сустава - это операция по замене компонентов сустава имплантатами, которые имеют анатомическую форму здорового сустава и позволяют выполнять весь объём движений. После подобных операций пациент забывает о болях в суставах и возвращается к активной жизни. Недостатком является вес конструкции гибридных и стандартных протезов. Поскольку конструкция выполняется полностью из медицинской нержавеющей стали, она имеет большой вес, что усложняет привыкание пациента к протезу.

Джамгарова А.А., Бирюкова К.С., Поршнев А.В., Клубков И.И.
Расчет НДС эндопротеза плечевого сустава облегченной конструкции

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-66

idsp: 000001:lj-31-01-2018-66

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Цель работы: разработка облегчённой конструкции плечевого эндопротеза, не потерявшую прочность и проведение расчета НДС протеза.

В качестве материала для головки эндопротеза выбрана наноструктурированная композиционная высокоплотная керамика ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$) [1-9]. Композитная керамика имеет в своем составе «пластины» (platelet) из ZrO_2 , стабилизированные Y_2O_3 , которые препятствуют распространению микротрещин. Посадка головки на ножку протеза осуществлялась резьбовым способом, рис.1.

Рис. 1. Схематичное изображение головки плечевого эндопротеза

Для ножки эндопротеза выбран сплав титана и золота $\beta\text{-Ti}_3\text{Au}$, который в 4 раза прочнее титана и способен обеспечить более длительное использование протеза без замены его компонентов. Разработанная конструкция достаточно прочная и преимущества перед прототипом состоят в снижении веса за счёт сквозных и несквозных отверстий по поверхности ножки. Далее нами был проведен виртуальный анализ созданной модели, который позволил провести оценку НДС составных элементов эндопротеза при нагрузке 1000 Н, рис.2. По результатам исследования выявлены наибольшие смещения и напряжения, имеющие достаточный запас прочности в сравнении с титановыми компонентами эндопротеза.

Выводы: предложена облегченная модель плечевого эндопротеза на основе сплава $\beta\text{-Ti}_3\text{Au}$ и наноструктурированной композиционной высокоплотной керамики.

Рис.2. Результаты расчёты, где: а, б - график напряжений, в, г - график перемещений

1. Патент РФ №2306904. Эндопротез плечевого сустава. Горохов В.Ю., Шатерников Б.Н., 2007.
2. Варфоломеев Л.П. Эндопротезирование плечевого сустава // Травматология и ортопедия XXIV.: тез. докл. VIII съезда травматологов-ортопедов РФ. Самара, 2006. - С. 486.
3. Различные пары трения эндопротезов тазобедренного сустава В. А. Филиппенко // Ортопедия, травматология, протезирование. 2013. №3 (592), С. 66-69.
4. Слободской А.Б., Бадак И.С. Эндопротезирование плечевого сустава // Гений ортопедии. 2011. №4, С. 71-76.
5. Горохов В.Ю., Орлецкий А.К. Эндопротезирование плечевого сустава // Скорая мед. помощь. 2003. №1, С. 63.
6. Дятлова Я.Г. Керамические композиты $Al_2O_3-ZrO_2(Y_2O_3)$ из наноразмерных порошков. Структурные изменения и стабильность. // <http://www.virial.ru/upload/medialibrary/1c4/Al2O3-ZrO2-Y2O3.pdf>.
7. Кармилицин И.Н., Пичхидзе С.Я. Модернизация эндопротеза плечевого сустава. Актуальные вопросы биомедицинской инженерии: сб. материалов VI Всерос. Науч. Конф. для молодых ученых, студентов и школьников. Саратов: СГТУ, 2017. - с.189-191.
8. Кармилицин И.Н., Пичхидзе С.Я. К вопросу о модернизации эндопротеза плечевого сустава. Курск: ЮЗГУ, 2017. – 3с.
9. Поршнев А.В., Пичхидзе С.Я. Расчет НДС эндопротеза плечевого сустава. Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
10. Поршнев А.В., Пичхидзе С.Я. Расчет НДС эндопротеза плечевого сустава. Практическая биомеханика. 13-16.12.2017, Саратов: СГУ, 2017. – с. 24-25.

Дмитриева К.В., Сулыга В.Г.

К вопросу об усовершенствовании конструкции коленного эндопротеза

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-67

idsp: 000001:lj-31-01-2018-67

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Коленный сустав строение имеет сложное, так как состоит из множества элементов. Это и связки, и нервные волокна, и мышцы, и сосуды, и хрящи. Именно коленный сустав представляет собой наиболее крупный сустав из всего организма, поэтому и принимает на себя большую часть нагрузки. Кроме того он позволяет человеку нормально передвигаться: бегать, прыгать, ходить. Материалы, которые применяют для протезирования – биоматериалы – должны обладать специфическими свойствами. Наиболее важными их свойствами являются биологическая совместимость и коррозионная стойкость. Основными биоматериалами являются нержавеющие стали, а так же титан и его сплавы [1-3].

Для изготовления современных конструкций эндопротезов коленного сустава лучше всего применять титан с добавлением циркония (около 15%). Титан и цирконий по внешнему виду похожи на сталь. Порошкообразные металлы темносерого цвета. Чистые металлы ковкие и хорошо поддаются механической обработке давлением. Физические и особенно механические свойства титана и циркония сильно зависят от чистоты металлов.

Цель работы: усовершенствовать конструкцию коленного сустава путём создания рельефности на вживляемой части протеза.

В качестве улучшения срастивания кости с эндопротезом предлагается придание внутренней поверхности протеза рельефности, что создаст ребристую неровную поверхность. Расчет НДС проведен при нагрузке 980 Н в программе Fusion 360 на коленный эндопротез, изготовленный из сплава Ti-Zr, плотность $4.45 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ с пределом прочности на растяжение 1040 МПа.

Выводы: усовершенствована модель эндопротеза коленного сустава, обеспечивающая лучшие фиксирующие свойства за счет новой конструкции узла подвижности, проведено статистическое исследование нагрузки предложенной конструкции эндопротеза. Предложенная конструкция эндопротеза достаточно надежна и эргономична. Вводится новый материал титан+цирконий, который ранее еще не использовался в эндопротезировании коленных суставов и применялся только в стоматологии.

1. Славущий Я. Л. Физиологические аспекты биоэлектрического управления протезами. — М.: Медицина, 1982. — 289 с.
2. Фарбер Б. С., Витензон А. С., Морейнис И. Ш. Теоретические основы построения протезов нижних конечностей и коррекции движения. — М.: ЦНИИПП, 1994. — 645 с.
3. Герасимов С.В., Мамбетова А.И., Шарыпова Е.А., Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичихидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного эндопротеза. Самара: Л-Журнал, 2016. — 2с.

Кузин Э.И., Юрова А.Н.

Анализ статических характеристик глазного эндопротеза

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-68

idsp: 000001:lj-31-01-2018-68

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

В статье рассматриваются результаты расчета НДС модернизированного глазного протеза из универсального пластика полиформальдегида ($-H_2C-O-$)_n.

По свойствам пластик близок к капролону, но немного тяжелее и менее устойчив к температуре, температура плавления 160-170 °С, при нагревании выше 200 °С полностью разлагается на формальдегид, плотность: 1,43 г/см³. Обычные глазные эндопротезы состоят из различных видов специального стекла, например, криолит. Замена обычных материалов на пластик позволит увеличить срок службы эндопротеза, который составит 1.5 - 2 года, что свидетельствует о его хороших механических свойствах: низкий коэффициент износа и трения. Также данный материал обладает повышенной ударопрочностью [1-6].

Цель работы: проанализировать статические и медико-биологические характеристики глазного яблока с фиксатором в виде штыря из полиформальдегида. Расчет НДС выполнен в упругой постановке посредством программного продукта Solid Works. На поверхности элемента задавалась нагрузка 5 Н. Результаты расчета представлены на рис.1, 2.

Выводы: исследуемый полиформальдегид является достаточно устойчивым к внешним воздействиям, биоинертным и универсальным в применении. Полиформальдегид сочетает жесткость, прочность, усталостную прочность и ударную вязкость, необходимые для изготовления надежных эндопротезов.

1. <http://fb.ru/article/264001/individualnyie-glaznyie-protezyi-obzor-opisanie-vidyi-i-otzyivyi>
2. <http://prostokamni.ru/spisok/kriolit.html>
3. http://www.vpl.lv/rus/protezirovanie_glaza/protezy_iz_kriolitovogo_stekla
4. <http://www.medical-express.ru/branches/oftalmologiya/glaznoe-protezirovanie-v-germanii>
5. <http://www.eurolab.ua/world-news/35405>
6. Патент РФ №2464954 от 04.05.2011. Глазной кадаверный протез. Елаков Ю.Н.
7. Белякова О.В., Перинская И.В., Пичхидзе С.Я. Биосовместимое антимикробное покрытие эндопротеза коленного сустава. Самара: Л-Журнал, 2016. – 2с.
8. Герасимов С.В., Мамбетова А.И., Шарыпова Е.А., Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного эндопротеза. Самара: Л-Журнал, 2016. – 2с.
9. Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Кошуро В.А., Родионов И.В., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование конструкции коленного эндопротеза. Prospects of world science-2016. Materials of the XII international scientific and practical conference. Sheffield. 2016.-P.8-10.

10. Небогатилов Р.С., Метлевский К.Д., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование вкладыша конструкции коленного эндопротеза. Курск: ЮЗГУ, 2016. – 3с.
11. Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. К вопросу повышения износостойкости вкладыша коленного эндопротеза. Саратов: СГУ, 2016. – 3с.
12. Небогатилов Р.С., Зотова А.С., Пичхидзе С.Я. Модернизация вкладыша конструкции коленного сустава. Курск: ЮЗГУ, 2016. – 3с.
13. Герасимов С.В., Викулова М.А., Горшков Н.В., Костин К.Б., Шумилин А.И., Пичхидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного артикулирующего вкладыша. Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
14. Денисов Д.С., Герасимов С.В., Горшков Н.В., Викулова М.А., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование вкладыша коленного эндопротеза. Курск: ЮЗГУ, 2017. – 3с.
15. Денисов Д.С., Герасимов С.В., Кривенцов Н.М., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. К вопросу модернизации протеза коленного сустава. Курск: ЮЗГУ, 2017. – 3с.
16. Небогатилов Р.С., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. Оценка напряжений тиббиального компонента спейсера коленного сустава. Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
17. Лясникова А.В., Пичхидзе С.Я., Дударева О.А., Маркелова О.А. Исследование свойств магнийзамещенного гидроксиапатита и плазменных покрытий на его основе Журнал технической физики. 2015. Т. 85. № 11. С. 152-155.

Нагуманова Ж.Г., Янгильбиев М.С.

Исследование НДС протеза стопы с несущим модулем голени

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-69

idsp: 000001:lj-31-01-2018-69

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Протезы — устройства, предназначенные для возмещения или восполнения косметических и функциональных дефектов различных органов и частей тела, возникших в результате травмы, заболевания или порока развития. В травматологии и ортопедии понятие «протезы» связано главным образом с протезированием конечностей. В прошлом протезы и ортезы изготавливали из дерева, кожи. В последнее время стали шире применять полимеры, облегченные сплавы (дюралюминий, магниевые и титановые и алюминиевые сплавы), углепластик и др. Протезы ног могут быть изготовлены со стопой или без нее [1...9].

Цель работы: построить математические модели для несущего модуля голени с адаптером под пирамидку из алюминиевого сплава с опорой на искусственную стопу, методом конечных элементов определить напряженно-деформированное состояние для этих конструкций.

В данной работе к протезу стопы прикрепляется модуль в виде трубки голени.

Крепление. Несущий модуль голени 1 крепится к приемной гильзе искусственной стопы 3 благодаря адаптеру 2, который в свою очередь прикручивается при помощи шестигранного ключа, рис.1.

Расчет НДС проведен при нагрузке величиной 980 Н в программе Fusion 360 на несущий модуль голени с адаптером под пирамидку, изготовленный из алюминиевого сплава, плотность $2.7 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ с пределом прочности на растяжение 259 МПа. При средних величинах нагрузок для материала значения напряжений не превышают предела разрушения данных материалов, рис.2-6.

Выводы: получены результаты распределения напряжений для алюминиевого несущего модуля голени под действием нагрузки. Показано, что с точки зрения механической прочности алюминиевый модуль является предпочтительным.

Рис.1. Размеры несущего модуля	Рис.2. Точка зажима протеза	Рис.3. Точка нагрузки на протез

Рис 4. Статическая деформация, отн. ед., min 15, max 15	Рис 5. Напряжение по Мизесу, min $6.298 \cdot 10^{-11}$ МПа, max 2.59 МПа	Рис 6. Смещение min 0 мм max 0.02726 мм

1. <http://www.vitaorta.ru/regal-module-components/> Модульные компоненты.
2. <http://kurganprop.ru/content/view/52/92/> Протезы голени
3. <http://www.golkom.ru/kme/16/2-525-4-1.html> Протезирование
4. <http://www.germanmedicine.ru/germanyorthopedics/Lower-limb-prosthesis-in-Germany/> Протезы нижних конечностей
5. <http://www.sweli.ru/zdorove/meditsina/revmatologiya/protezirovanie-konechnostej.html> Протезирование конечностей.
6. Фарбер Б. С., Витензон А. С., Морейнис И. Ш. Теоретические основы построения протезов нижних конечностей и коррекции движения. — М.: ЦНИИПП, 1994. — 645 с.
7. Неврюев Д.А., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование конструкции протеза стопы. Научно-практическая конференция: Технология и переработка органических и неорганических материалов. 25.12.2017, Балаково: БИТУ МИФИ, 2017. — 4с.
8. Герасимов С.В., Мамбетова А.И., Шарыпова Е.А., Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного эндопротеза. Самара: Л-Журнал, 2016. — 2с.
9. Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Кошуро В.А., Родионов И.В., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование конструкции коленного эндопротеза. Prospects of world science-2016. Materials of the XII international scientific and practical conference. Sheffield. 2016.-P.8-10.

Патлатый К.Э., Червяков А.В.

Модернизация конструкции бедренного компонента протеза коленного сустава

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-70

idsp: 000001:lj-31-01-2018-70

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Замена коленного сустава является распространенной ортопедической операцией. Суть операции по замене коленного сустава состоит в замещении

поврежденных частей протезами. На сегодняшний день эндопротезирование суставов является наиболее эффективным методом восстановления утраченной подвижности конечностей при их повреждении или в результате заболеваний [1...6].

Цель работы: усовершенствование конструкции эндопротеза путем нанесения на бедренный компонент (рис.1) оксид алюминия Al_2O_3 .

Сущность плазменного напыления заключается в том, что в высокотемпературную плазменную струю подаётся распыляемый материал, в данном случае Al_2O_3 , который нагревается, плавится и в виде двухфазного потока направляется на подложку (модель), рис.2. При ударе и деформации происходит взаимодействие частиц с поверхностью основы или напыляемым материалом и формирование покрытия [2].

Рис.1. Конструкция эндопротеза бедренного компонента коленного сустава, где: а – 3D модель бедренного компонента, б – чертеж бедренного компонента с нанесенным покрытием Al_2O_3

Условия высокоравномерного напыления Al_2O_3 (мишень из оксида алюминия):

- Скорость осаждения: > 5 нм/мин
- Равномерность осаждения: $< \pm 1$ % по пластине в 100 мм; $< \pm 2,5$ % по пластине в 150 мм
- Коэффициент преломления: $1,670 \pm 0,0025$
- Внутренние напряжения: 400-500 МПа (сжимающие)
- Температура подложки: < 600 (без охлаждения)

Al_2O_3 uniformity

Рис.2. Зависимость толщины покрытия Al_2O_3 (по вертикали) в ангстремах от радиуса подложки (по горизонтали) в миллиметрах

Выводы: усовершенствована конструкция эндопротеза путем нанесения на бедренный компонент оксида алюминия Al_2O_3 , благодаря чему улучшена надежность эндопротеза.

1. Эндопротезы крупных суставов: каталог / Джонсон & Джонсон, 2012.–104 с.
2. Каталог протезов крупных суставов [Электронный ресурс] URL: <http://www.biomet.com>
3. Белякова О.В., Перинская И.В., Пичхидзе С.Я. Биосовместимое антимикробное покрытие эндопротеза коленного сустава. Самара: Л-Журнал, 2016. – 2с.
4. Герасимов С.В., Мамбетова А.И., Шарыпова Е.А., Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного эндопротеза. Самара: Л-Журнал, 2016. – 2с.
5. Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Кошуро В.А., Родионов И.В., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование конструкции коленного эндопротеза. Prospects of world science-2016. Materials of the XII international scientific and practical conference. Sheffield. 2016.-P.8-10.
6. Небогатиков Р.С., Метлевский К.Д., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование вкладыша конструкции коленного эндопротеза. Курск: ЮЗГУ, 2016. – 3с.

Чиркова Н.В., Полушкина Н.А., Лисин А.С., Деревнина Н.Г., Орешкина Д.А.
Анализ эффективности применения термопластов для базисов съемных протезов
в клинике ортопедической стоматологии

Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-71

idsp: 000001:lj-31-01-2018-71

В последние годы, в клинике ортопедической стоматологии появилось большое количество основных и вспомогательных материалов, для успешного применения которых необходимо иметь обширную информацию об их основных свойствах, достоинствах, недостатках и особенностях их применения. Качество пластмасс зависит от ряда факторов, в частности от вида полимеров, полимеризации, способа обработки, поэтому важно знать основные физико-механические, токсико-гигиенические, санитарно-химические свойства базисных пластмасс, а также технологию изготовления пластмассового базиса протеза.

Изучение взаимоотношения тканей полости рта с материалами из которых изготавливаются зубные протезы, является одной из основных проблем в клинике ортопедической стоматологии. Известно, что в здоровых тканях полости рта сбалансированы биохимические процессы, что сохраняет структуру тканей и поддерживает ее функцию, но материалы, применяемые для изготовления зубных протезов, являются инородным телом и вызывают в тканях человека различные реакции, особенно это выражено при съемном протезировании. Практически вся СОПР под съемным протезом в различной степени имеет признак «борьбы» с инородным телом.

Современные термопластические полимеры известны в мировой стоматологии с середины прошлого столетия, однако интерес у отечественных врачей к этим материалам возник в настоящее время, в связи с появлением доступной информации, сертифицированного оборудования и самих материалов. Термопласты – это полимеры, которые приобретают пластичность и необходимую форму в разогретом состоянии. Термопласт в гранулированном или порошкообразном виде поступает в пластифицированный (инъекционный) цилиндр литейной машины, в котором прогревается, в результате чего происходит пластификация материала и его течение через сопло в литейную форму. Для изготовления съемных протезов стали использовать биологически нейтральные термопласты, ранее применявшиеся в других областях медицины, это: нейлон, полиоксиметилен, полипропилен, полиэтилен, безмономерные акриловые пластмассы.

Термопластические полимерные материалы стоматологического назначения обладают приблизительно схожими свойствами. Они не содержат остаточного мономера,

а значит впоследствии не вызывают токсико-аллергическую реакцию со стороны СОПР и организма человека в целом, то есть обладают биосовместимостью. Также обладают повышенной прочностью, превосходящей традиционные акриловые пластмассы, что позволяет избежать частые поломки и изготавливать как временные, так и постоянные долговечные конструкции зубных протезов, обладают эластичностью, памятью формы, стабильностью размеров и применяются в роли фиксирующих элементов. Они характеризуются хорошими эстетическими показателями, за счет выбора цвета оттенков десны, или цвета искусственных зубов. Такие характеристики, безусловно, дают надежды на расширение спектра возможностей квалифицированного ортопедического лечения и повышения качества лечения больных с помощью съемных конструкций зубных протезов.

На сегодняшний день наиболее распространенными термопластическими полимерами являются полиамиды - нейлоны. Это биосовместимые термопласты с уникальными физическими и эстетическими свойствами. Протезы, изготовленные из нейлона обладают достаточной высокой гибкостью, противостоят разломам. Пациенты, которые пользовались как обычными, так и нейлоновыми протезами отмечают, что протезы из нейлона более комфортны и натуральны во рту и незаметны для окружающих, благодаря превосходной ретенции и эстетике. Тонкость и легкий вес нейлонового протеза дают пациентам чувство уверенности во время еды и улыбки.

Наиболее распространенными материалами на основе нейлона являются: Valplast, Flexite (США), Flexi –Nylon, Perflex (Израиль), Flexi-J (Сан- Марино), Flexiplast (Германия), Bre.Flex (Германия), FlexiT (Италия).

Преимущества протезов на основе нейлона перед акриловыми протезами:

- в протезах на основе нейлона используются дентоальвеолярные кламмеры, что позволяет добиться хороших эстетических результатов (то есть без препарирования, без изготовления коронок, металлических кламмеров или микрозамков);
- возможна активация (усиление) дентоальвеолярных кламмеров методом точечного нагрева;
- отсутствие мономера (отсутствие токсико-аллергических реакций);
- возможность регулирования степени эластичности за счет толщины слоя при моделировании;
- возможность идеального подбора цвета в соответствии с оттенком слизистой оболочки полости рта;
- адаптация к нейлоновым протезам проходит значительно легче.

Показания к применению протезов из нейлона:

- аллергические заболевания;
- рекомендуется пациентам которым противопоказано препарирование зубов (при острых сердечно-сосудистых заболеваниях, эпилепсии и др.);
- пациентам с подвижностью зубов 1 и 2 степени;
- пациентам, связанных с травмоопасными профессиями (МЧС, пожарная служба, милиция, экстремальные виды спорта);
- для детей, преждевременно утративших зубы (для предотвращения деформации зубных рядов);
- можно использовать эти материалы для лечения бруксизма, заболеваний нижнечелюстного сустава, изготовления капп для отбеливания, спортивных капп;
- для пациентов с деформациями челюстных костей, альвеолярного гребня, твердого неба, обусловленных врожденными пороками развития лица и челюстных костей, воспалительными, травматическими поражениями.

Нейлоновые протезы противопоказаны при нависающем альвеолярном гребне, при низких клинических коронках, при выраженной атрофии альвеолярного отростка и сочетающейся с концевым дефектом зубного ряда.

Стоит отметить и недостатки нейлонов. Протезы из мягких термопластов 1 типа являются скорее временными протезами, так как после года ношения они часто выглядят

не очень презентабельно: существенная потеря цвета, протезы приобретают коричневый оттенок, чего не скажешь о протезах из 2 типа Perflex, Flexi -Т они практически не меняют своей окраски. Конечно, долговечность красоты протеза во многом зависит от качества финишной обработки. Чем лучше отполирован протез, тем меньше на нем образуются всякого рода отложения. Более жесткие протезы выигрывают, благодаря более легкой обработке и минимальной пористости.

Таким образом, предлагая безметалловые съемные протезы из термопластов пациентам у которых возникают гальванические токи на наличие в полости рта металлических конструкций из разных металлов и сплавов, мы избавляем их от неприятных ощущений. Вместо жестких металлических кламмеров в качестве фиксации можно предложить использование кламмеров из термопластов под цвет зубов. Также, использование термопласта особенно актуально у лиц с хроническими заболеваниями и имеющих повышенный аллергический статус на пластмассы акрилового ряда. Протезы имеют хорошую эластичность, точное прилегание, хорошую фиксацию и эстетический вид. Благодаря своим физико-механическим характеристикам термопласты расширяют возможности врача при лечении частичной потери зубов, бруксизма, заболеваний височно-нижнечелюстного сустава, при изготовлении окклюзионных шин, спортивных капп, имедиат-протезов, сложно-челюстных протезов и в комплексном лечении заболеваний пародонта.

1. Изучение токсико-гигиенических свойств стоматологических материалов, модифицированных наночастицами кремния и серебра /Э.С. Каливрадзян, Н.В. Чиркова, И.П. Рыжова, Н.В. Примачева //Российский стоматологический журнал. – Москва, 2012. –№ 1. – С. 9-12.
2. Изучение качества поверхности базисов зубных протезов из термопластических материалов после окончательной обработки / Рубцова Е.В., Чиркова Н.В., Вечеркина Ж.В., Картавецца Н.Г., Урусова Г.Г // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. Т. 16. № 1. С. 68-72.
3. Оценка микробиологического исследования съемных зубных протезов из термопластического материала / Рубцова Е.А., Чиркова Н.В., Полушкина Н.А. и др. //Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. Т. 11. № 2. С. 267-270.
4. Пропедевтика хирургической стоматологии (учебное пособие) / Морозов А. Н. И др. / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. Т. 13. №4. С. 158-159.
5. Чиркова Н.В. Нанокремний в стоматологии / Н.В. Чиркова, А.А. Кунин, Е.А. Лещева // Монография. – Воронеж: ГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2013. – 107 с.
6. Чиркова Н.В. Сравнительный анализ применения базисных материалов в ортопедической стоматологии /Н.В. Чиркова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 531-535.

Шепель Л.А, Загибашев М.В, Патлатый К.Э, Червяков А.В.
Анализ и улучшение статических и медико-биологических характеристик
эндопротеза коленного сустава

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-72

idsp: 000001:lj-31-01-2018-72

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

В статье получены результаты анализа НДС коленного сустава из различных материалов и предложен способ увеличения срока службы эндопротеза и приживаемости.

Цель работы: проанализировать и улучшить статические и медико-биологические характеристики коленного сустава при помощи изменения состава большеберцового компонента эндопротеза с технически чистого титана на керамику

марки Ivoclar, плотностью $2,7 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ и пределом прочности на растяжение 39 МПа.

Обычные эндопротезы коленного сустава состоят, главным образом, полностью из металла или сплава. Замена обычных материалов на керамику позволит увеличить срок службы эндопротеза, который составит 15-20 лет, что говорит о гораздо лучшей приживаемости эндопротеза в организм человека.

Сравнительные статические характеристики эндопротеза коленного при нагрузке 1000 Н на сустав из технически чистого титана BT1-0 и керамики марки Ivoclar приведены на рис. 1.

Рис. 1. Анализ НДС эндопротеза из BT1-0 и керамики Ivoclar

Выводы: получены результаты, показывающие, что напряжения по «Von Mises», результирующие перемещения, деформации титана BT1-0 и керамики марки Ivoclar примерно равны. Различия настолько незначительны, что ими можно пренебречь. Можно сделать заключение, что физические характеристики эндопротеза

не изменятся, но процент приживаемости эндопротеза при замене титана ВТ1-0 на керамику марки Ivoclar повысится. Также эндопротез станет легче, что сделает его использование более комфортным.

1. Герасимов С.В., Мамбетова А.И., Шарыпова Е.А., Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Пичхидзе С.Я. Модернизация конструкции коленного эндопротеза. Самара: Л-Журнал, 2016. – 2с.
2. Костин К.Б., Шумилин А.И., Шпиняк С.П., Кошуро В.А., Родионов И.В., Пичхидзе С.Я. Усовершенствование конструкции коленного эндопротеза. Prospects of world science-2016. Materials of the XII international scientific and practical conference. Sheffield. 2016.-P.8-10.

РАЗДЕЛ XII. БИОЛОГИЯ

Джафаров М.М., Азадалиева С.Ф., Гусейнова С.И.,
Сулейманова Г.Ч., Ганбарова Х.Г.

**Изучение образования наночастиц серебра у штамма дрожжевого гриба
Saccharomyces ellipsoideus BDU – XR1 в зависимости от времени инкубации**

*Бакинский Государственный Университет
(Азербайджан, Баку)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-73

idsp: 000001:lj-31-01-2018-73

В последнее время особое внимание уделяется взаимодействию микроорганизмов с ионами серебра. Одним из основных достижений нанобиотехнологии является уделение особого внимания изучению биологического действия наночастиц серебра клеток дрожжевого гриба для использования в медицине, в биотехнологии, в пищевой промышленности. Кроме этого было известно, что синтез наночастиц изменяется в зависимости от физико – химических факторов (например: от возраста клеток и их концентраций, от температуры, от реакций среды (pH) и от времени инкубации).

Основной целью представленной работы является изучение образования наночастиц серебра дрожжевым штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU – XR1 в зависимости от времени инкубации.

По сравнению с контрольным образцом цвет реакционной смеси в который добавлен AgNO_3 , темнеет. На 7 и 11 – ый день в реакционной среде, в который добавлен AgNO_3 , наблюдается образование коричневого цвета. Анализ UV – VIS спектрофотометра показал спектр поглощения при длине волны 415 нм.

На 21 – 30 дни инкубации у взятых на анализ образцы UV – VIS спектрофотометре наблюдалось поглощение при длине волны 420 нм.

Таким образом было выявлено, что способность образования наночастиц дрожжевым штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU – XR1 оптимален при инкубации 21 дней. Это было доказано как поглощением при UV – VIS спектрофотометре.

Рис. Зависимость энергии молекулы P_2H_4 от величины торсионного угла $HPPH$ при 0 К.

Различие в энергии между гош- и анти-формами (ΔG_{2980}) не превышает 0.5 ккал/моль, а барьер внутреннего вращения вокруг связи Р-Р в молекуле дифосфина ($\Delta G_{298\neq}$), определяемый переходом син- $\leftrightarrow$ анти-, составляет 3.5 ккал/моль.

Относительные энергии молекулярных форм дифосфина

Метод расчета	Форма	ΔE_0^0 ($\Delta E_0^\neq$) ккал/моль	ΔH_{298}^0 ($\Delta H_{298}^\neq$) ккал/моль	ΔG_{298}^0 ($\Delta G_{298}^\neq$) ккал/моль	$-\Delta S_{298}^0$ ($-\Delta S_{298}^\neq$) ккал/моль К
PBE/3 ζ	анти-	0	0	0	0
	гош-	0.2	0.1	0.5	1.4
	псевдо-гош-	(0.5)	(0)	(1.1)	(3.7)
	син-	(3.6)	(3.2)	(4.2)	(3.5)
RI-MP2/ λ 2	анти-	0.1	0.2	0	0
	гош-	0	0	0.4	1.9
	псевдо-гош-	(0.6)	(0.2)	(1.2)	(3.9)
	син-	(4.0)	(3.7)	(4.6)	(3.8)

Результаты расчетов в приближении RI-MP2/ λ 2 близки к данным PBE/3 ζ . Полученные энергетические различия находятся в хорошем соответствии с расчетами в рамках приближения B3LYP/6-311++G(d,p)[2]. Следует также отметить отрицательные значения энтропийной составляющей (ΔS_{2980} , $\Delta S_{298\neq}$), указывающие на повышенную чувствительность исследуемой системы к пространственным требованиям.

1. Белов Г.П., Голодков О.Н., Новикова Е.Д. Кинетика чередующейся сополимеризации на каталитических системах $Pd(CH_3COO)_2$ -дифосфин - кислота // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 1998. Т. 40. № 3. С. 419-424.
2. Molloy A.D., Sánchez-Sanz G., Gilheany D.G. PP-Rotation, P-Inversion and metathesis in diphosphines studied by DFT calculations: comments on some literature conflicts // Inorganics. 2016. V. 4. № 36. P. 1-10.
3. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A. PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // Russian Chemical Bulletin. 2005. V. 54. № 3. P. 820-826.

РАЗДЕЛ XIV. АРХИТЕКТУРА

Котов Ф.В., Волков Д.В.

Напряжённо-деформированное состояние массивного негрунтового двухслойного экрана каменно-набросной плотины при температурном воздействии эксплуатационного периода*Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-75

idsp: 000001:lj-31-01-2018-75

Аннотация

По результатам расчёта термонапряжённого состояния противofiltrационного элемента каменно-набросной плотины, состоящего из железобетонного экрана и широкой подэкрановой зоны из грунтоцементобетона, было обнаружено, что при опорожнении водохранилища изменение температуры в экране может привести к образованию в нём трещин. В зоне сработки водохранилища в железобетонном экране необходимо устройство поперечных швов.

Ключевые слова: каменно-набросная плотина, температурное воздействие, напряжённо-деформированное состояние, железобетонный экран, грунтоцементобетон.

Одним из вариантов конструкции высокой грунтовой плотины для применения в суровых климатических условиях Сибири является каменно-набросная плотина с массивным негрунтовым экраном. Такая конструкция была предложена проф. Рассказовым Л.Н. У неё есть аналог – плотина Бовилла в Албании. Конструкция предусматривает устройство экрана состоящим из двух слоёв. На верховой грани плотины уложен тонкий железобетонный экран (ЖБЭ), а под ней устроена массивная подэкранная зона из камня, упрочнённого цементным раствором (грунтоцементобетон).

Т.к. плотину данной конструкции предполагается использовать в суровых климатических условиях, нами были проведены исследования влияния температурного воздействия на работоспособность двухслойного экрана.

Предыдущие исследования показали, что массивный жёсткий негрунтовый экран более восприимчив к температурному воздействию, чем тонкий ЖБЭ. Опасность представляет случай охлаждения экрана при заполнении водохранилища, являющегося завершением периода строительства плотины. В данном докладе рассмотрены результаты исследования термонапряжённого состояния массивного экрана для случая температурного воздействия эксплуатационного периода.

Исследования проводились путём численного моделирования методом конечных элементов с помощью вычислительной программы, составленной к.т.н. Саиновым М.П. Рассматривалась плотина высотой 100 м. Конечно-элементная модель плотины насчитывала 335 конечных элементов с кубической аппроксимацией перемещений внутри элемента. При расчётах модуль деформации для железобетона принимался равным 29000 МПа, а для грунтоцементобетона – 5000 МПа. Коэффициент линейного температурного расширения α_t грунтоцементобетона и железобетона принимался одинаковым – $1 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

При расчётах принималось, что температурному воздействию (охлаждению на 20°C) подвергается верхняя часть экрана (от $\nabla 78 \text{ м}$ до гребня). Рассматривалось 2 варианта. Первый вариант соответствует равномерному температурному воздействию, когда по всей толщине экрана температура уменьшается на 20°C . Второй вариант

соответствует неравномерному распределению температур, когда температура на верховой грани уменьшается на 20°C , а на низовой остаётся неизменной. Внутри экрана изменение температуры принималось по линейному закону.

Расчёты показали, что при равномерном охлаждении (случай 1) укорачивание экрана проходит неравномерно, на верховой грани оно более интенсивно (рис.1а). За счёт этого двухслойный экран испытывает изгибные деформации. В результате этого верховая грань ЖБЭ испытывает сжатие (до 3,4 МПа, рис.2а), а низовая – растяжение (до 1 МПа, рис.2б).

Рис.1. Перемещения верховой грани экрана (мм) при равномерном охлаждении его верхней части: а – в направлении вдоль откоса, б – в направлении поперёк откоса.

Жирные линии – эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкие – при охлаждении по всей высоте.

Рис.2. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при равномерном охлаждении его верхней части: а – на верховой грани, б – на низовой грани.

Закрашенная эпюра - охлаждение только верхней части, не закрашенная – охлаждению по всей высоте.

Необходимо отметить, что термонапряжённое состояние экрана, полученное для случая эксплуатационного периода оказалось хуже, чем для случая строительного периода – растягивающие напряжения оказались почти в 2 раза выше. Это объясняется изгибными деформациями в плоскости самого экрана.

Ещё более опасным оказался второй вариант температурного воздействия, при котором экран охлаждается неравномерно по толщине. При температурном воздействии верховая грань экрана укорачивается на 4,3 см (рис.3а) и прогибается на 1,9 см (рис.3б). Деформации изгиба сопровождаются образованием в ЖБЭ продольных растягивающих

напряжений. На верховой грани они составляют 1,45 МПа (рис.4а), а на низовой – 0,63 МПа (рис.4б). По своей величине они близки к тем, которые наблюдались в случае охлаждения экрана сразу на всей его высоте (рис.4).

Таким образом, что опасность возникновения поперечных трещин в массивном экране существует как в строительный, так и в эксплуатационный периоды.

Рис.3. Перемещения верховой грани экрана (мм) при неравномерном охлаждении по толщине его верхней части: а – в направлении вдоль откоса, б – в направлении поперёк откоса.

Жирные линии – эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкие – при охлаждении по всей высоте.

Рис.4. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при неравномерном охлаждении по толщине его верхней части: а – на верховой грани, б – на низовой грани.

Закрашенная эпюра- охлаждение только верхней части, не закрашенная – охлаждению по всей высоте.

Выводы:

- 1) Эксплуатация каменно-набросной плотины с массивным негрунтовым экраном может вызвать температурное воздействие, которое вызовет появление в экране растягивающих напряжений и образование в нём трещин. Это случай опорожнения водохранилища в зимний период.
- 2) Частичным решением для улучшения термонапряженного состояния экрана будет его разрезка его поперечными швами.

1. Рассказов Л.Н., Саинов М.П. Численные исследования надёжности высокой каменной плотины с железобетонным экраном и подэкрановой зоной из грунтоцементобетона // Гидротехническое строительство. 2012. №2. С.30-34.

2. Sembenelli, P., Sembenelli, G. and Scuero, A. Bovilla: A Product of Dam History. Geotechnical Fabrics Report. IFAI Publishers. 1998. Volume 16. No 6. pp.30-36.
3. Саинов М.П., Котов Ф.В. Влияние температурного воздействия на напряжённо-деформированное состояние массивного негрунтового экрана каменно-набросной плотины // Приволжский научный журнал. №2(42). 2017. С.111-116.
4. Саинов М.П. Влияние изменения температуры на напряжённо-деформированное состояние железобетонного экрана каменно-набросной плотины // Приволжский научный журнал. 2016. №4(40). С.79-85.
5. Саинов М.П. Вычислительная программа по расчёту напряжённо-деформированного состояния грунтовых плотин: опыт создания, методики и алгоритмы // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2013. №9(4). С.208-225.

РАЗДЕЛ XV. ГЕОГРАФИЯ

Старожилов В.Т.

Методология стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения регионов

*Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН
Дальневосточного федерального университета
(Россия, Владивосток)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-76

idsp: 000001:lj-31-01-2018-76

Введение. Географическое сообщество при освоении территорий при консолидации усилий власти, бизнеса, научного потенциала по оптимизации природопользования, ответственности за состояние вовлекаемых в освоение территорий всегда стремилось к моделированию природных систем и составлению универсальных природных моделей природопользования на основе ландшафтного картографирования и нацеленных на проектирование и стратегическое ландшафтное планирование. Уделялось внимание выявлению наиболее благоприятных ландшафтных структур освоения. Однако на сегодняшний день мы наблюдаем ограниченное количество публикаций по этой тематике и видим в целом, несмотря на актуальность учета природных условий при планировании и проектировании отраслевого освоения территорий ландшафтной сферы, недостаточное внимание со стороны государственных органов к этим вопросам, что не соответствует требованиям современных наук о природе. В частности все еще не разрабатываются ландшафтно-экономические, ландшафтно-социальные, ландшафтно-демографические и др. междисциплинарные цифровые модели на основе концептуальной методологии ландшафтного структурирования и выявления наиболее благоприятных ландшафтных узловых структур освоения [5]. Отсутствуют оцифрованные картографические документы по таким структурам. Все это негативно влияет на гармонизированное развитие природных и экономических, социальных, экологических, демографических и др. систем. Поэтому стратегия изучения ландшафтных узловых структур освоения и ее этапов практической реализации актуально.

Материалы и методы. Теоретико-методические основы исследований заложены в трудах В.В. Докучаева, Л.С. Берга, А.Н. Краснова, Г.Ф. Морозова, Б.Б. Польшова, Л.Г. Раменского, Н.А. Солнцева, Д.Л. Арманда, В.Б. Сочавы, А.Г. Исаченко, В.А. Николаева, С.В. Преображенского, Ф.Н. Милькова К.Н. Дьяконова, А.Ю. Ретеюма, М.Д. Гродзинского, Г.Е. Гришанкова и многих других. Общей методологической научной основой рассматривается ландшафтная география и ее раздел – стратегическое ландшафтоведение и в целом ландшафтный подход с применением ландшафтной индикации и мониторинга геосистем. Ландшафтному анализу подвергаются ландшафтные геосистемы различных рангов и в конечном итоге дается та или иная географическая практическая оценка географического пространства ландшафтной сферы, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки применяются для решения производственно - хозяйственных задач.

Работа представляет собой продолжение исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ДВФУ по разработке методологии метода ландшафтных узловых структур освоения и применения его при обучении студентов по

образовательной программе «Ландшафтное планирование» и моделировании планирования и развития экономических, демографических, социальных, туристических геосистем и основывается на результаты многолетних научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и векторно-слоевого ландшафтного картографирования крупных региональных Приморского, Сахалинского, Камчатского, Анадырского и др. звеньев Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Они тематически продолжают ландшафтное картографирование и описание России и региональных её звеньев, а среднемасштабное векторное картографирование с использованием регионально-типологической классификации позволило отразить особенности геосистем, проявляющие в различных частях их ареалов, а описание выявило свойства и степень различия между ландшафтными геосистемами. На основе углубленного покомпонентного анализа в последние годы разработана ландшафтная классификация, составлена базовая ландшафтная карта Приморского края М 1: 500 000 и легенда к ней [10,15], разработана в масштабе 1: 500 000 ландшафтная классификация Сахалинской области, продолжаются ландшафтные исследования по другим территориям окраинно-континентальной части Тихоокеанской России. Впервые показаны особенности формирования фундамента ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса на основе авторской концепции его аккреционной геодинамической эволюции, с опорой на изучение петрографического состава и структурно-тектоническое положение осадочных и других литокомплексов [7,8,9]. Выявлены на примерах отдельных территорий особенности структуры и организации ландшафтов, проведен системный анализ их размещения по территории с учетом пространственно-площадной горизонтальной и высотной дифференциации.

В работе, нацеленной на практическую реализацию метода ландшафтных узловых структур освоения в решении производственных задач, рассматриваются результаты многолетних исследований ландшафтных узловых структур освоения геосистем Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Изучались структуры азонального пояса ландшафтной сферы с генетически единым структурно-тектоническим положением в зоне окраинно-континентальной дихотомии системы океан-континент и характеризующегося аккреционной природой фундамента ландшафтных амуро-приморской, приохотской, сахалинской, камчатско-курильской, чукотской и др. географических стран (структур) с климатическим и растительным внутренним содержанием, подчиняющимся высотной и широтной зональности и эволюционирующим под действием взаимодействующих, взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга орографического, климатического и фиторастительного факторов [6]. При этом под ландшафтными узловыми структурами освоения понимаются наиболее благоприятные ландшафтные морфологические структуры с природными характеристиками, отвечающими требованиям общества для ведения экономической, социальной, экологической и др. форм деятельности, необходимой для обеспечения потребностей общества, т.е. они представляют природный фундамент практической (экономической, социальной, демографической, туристической, экологической и др.) деятельности общества.

При изучении стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения использовался предложенный и разрабатываемый в Тихоокеанском международном ландшафтном центре метод ландшафтных узловых структур освоения [5] важный, в частности, для построения гармонизированных с природой ландшафтно-экономических, ландшафтно-социальных, ландшафтно-

демографических, ландшафтно-экологических и др. социально значимых для России цифровых векторно-слоевых моделей систем на основе применения современных компьютерных технологий.

Кроме того в качестве базовых основ использовались материалы ранее выполненных исследований практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации и использования общих положений метода ландшафтных узловых структур освоения в различных областях природопользования: в области туризма и рекреации, градостроительства, организации аграрных предприятий для создания производственной базы в горно-таежных ландшафтах, лесопользовании, планирования и проектирования природопользования [11,12,16,17].

При рассмотрении стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур использовались материалы ранее рассмотренной компонентной, морфологической, площадной и др. ландшафтной индикации [13,14], которая выступает часто как основа выбора главного направления или даже стратегии хозяйствования. Также использовались материалы ранее разработанной концепции полимасштабной ландшафтной индикации [19]. Материалы включают то, что ландшафтная индикация должна проводится в стандартных географических масштабах картографирования территорий и осуществляться с применением картографических векторно-слоевых основ по ландшафтным масштабным слоям: фациям, урочищам, ландшафтам, видам, родам, подклассам, классам, типам, округам, провинциям, областям, странам, поясам и т.д. В целом она полимасштабна и должна проводится с применением современных цифровых компьютерных технологий (с привлечение факторного и корреляционного анализ информации) с обязательным составлением баз данных по слоям векторно-слоевых масштабных уровней и таксонам, а также по рассмотренным нами ранее видам и стадиям объектной индикации.

Проанализированы материалы исследований института географии ДВО РАН по экономической географии производств ДВ [1-4].

Важно отметить, что кроме отмеченных выше материалов использованы результаты апробации метода ландшафтных узловых структур освоения при планировании применения методов поисков минерального, фосфорного, апатитового и др. видов сырья.

Результаты и их обсуждение. Стратегия и этапы практической реализации метода ландшафтных узловых структур на основе отмеченных материалов и в результате синтеза, анализа и оценки внутреннего содержания ландшафтов региона, выделяемых округов, провинций, областей и стран, с учетом окраинно-континентальной дихотомии, на основе применения методологии учета межкомпонентных и межландшафтных связей и использования результатов апробации применения метода ландшафтных узловых структур освоения на практике разделяется на стратегические базовые этапы: информационный, аналитический, планировочно-прогнозный, стратегический.

Информационный – сбор информации для общего представления о региональной системе «природа – население – хозяйство» по направлениям:

- установить ландшафтную оцифрованную векторно-слоевую картографическую обеспеченность исследований, если она отсутствует, то ее надо восполнить;
- учет природной и хозяйственной дифференциации, территориальных природно-хозяйственных связей, системы расселения;
- типы природно-хозяйственных систем, природопользование;

- источники воздействия на ландшафты, их типы и картографический ландшафтно-географический их статус в географическом пространстве геосистем;
- установить ландшафтную оцифрованную векторно-слоевую картографическую обеспеченность по видам природопользования, если она отсутствует, то ее надо восполнить;
- установить оцифрованную картографическую обеспеченность по узловым ландшафтным структурам освоения по видам природопользования, если она отсутствует, то ее надо восполнить;

2. *Аналитический* – анализ актуальных отраслевых природопользовательских и природоохранно-экологических индикационных параметров. «Субъективные» параметры – показатели производственных и природопользовательских воздействий (выбросы, мощность очистных сооружений, площади вырубок и лесопосадок, распашка, эрозия и противоэрозионные мероприятия и т.д.), интенсивность и качественный состав воздействующих элементов. «Объективные» параметры – оценка состояния природных систем и сред, граничные значения (нормативы, ГОСТы, показатели емкости среды и ее устойчивости) к региону и его ландшафтной узловой структуре освоения.

3. *Планировочно-прогнозный этап* – прогноз антропогенной - и техногенной нагрузки при перспективных вариантах планируемого использования, с составлением серии прогнозных карт видов и степени нарушенности территории; оценка ущербов от освоения с составлением карты и статистики ущербов и их распределение по пользователям; оценка устойчивости ландшафта с составлением карты устойчивости; планирование слежения за освоением с представлением карты мониторинговых площадок и программы наблюдений; регламентация хозяйственной деятельности с картой регламентов; сводная синтетическая ресурсная и природоохранная характеристика территории с объемами ресурсов и рекомендациями по использованию; обобщение информации и составление моделей и прогнозных карт природопользования узловых ландшафтных структур освоения.

4. *Разработка стратегии.* Определение территориально дифференцированной стратегии рационального природопользования, регулирование геотехнических систем, взаимоувязка предлагаемых ведомственно-отраслевых решений, выбор направлений деятельности с учетом региональных и ландшафтно-экологических условий. Экспертиза проектов.

Возможные варианты стратегии природопользования при условии совершенствования и необходимой адаптации экологической и природоохранной законодательной и нормативно-правовой базы, механизмов их реализации в конкретных условиях, параллельно с ростом ответственности за их исполнение:

- стабилизация существующего состояния природных систем, предотвращение ухудшение. С инвентаризацией состояния природных систем, оценкой их количества и качества, мониторинг с применением ландшафтных картографических материалов;
- поддержание существующих процессов естественного восстановления при сохранении механизма устойчивости. С определением и выделением наиболее функционально значимых ландшафтных выделов, уникальных природных объектов ;
- переориентация тенденций ухудшения на стабилизацию и улучшение ситуации путем активной природоохранной деятельности. С

ландшафтно-природоохранный-экологическим планированием, поисками и применением адаптированных к региональным условиям экологическим технологий в пределах эксплуатации и переработке природных ресурсов, предусматривающих максимально возможное снижение антропогенных воздействий как на эксплуатируемые природные ресурсы, так и окружающую среду;

- невмешательство в процессы изменения природы в допустимых пределах, но с проведением ландшафтного мониторинга, ландшафтно-экологического планирования, упреждающей подготовкой условий привлечения модифицирующих мероприятий, развитием системы контроля процессов природопользования.

Предложено содержание первого этапа стратегических этапов практической реализации метода ландшафтных структур освоения. Полное содержание стратегических этапов с характеристикой возможностей составления гармонизированных с природой ландшафтно-экономических, ландшафтно-демографических, ландшафтно-социальных и т.д. будет возможно при условии получения карт ландшафтных узловых структур освоения и в том числе составляемых в Тихоокеанском международном ландшафтном центре.

Заключение. Разработка методологии стратегии и этапности практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения перспективное направление ландшафтной географии. При условии применения векторно-слоевого картографирования, изучения ландшафтов с применением компонентной, морфологической, площадной, полимасштабной векторно-слоевой индикации в классификационных единицах ландшафтов (ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс), позволит картографически с применением современных цифровых компьютерных технологий перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Структурирование методологии применения ландшафтных узловых структур освоения Тихоокеанского ландшафтного пояса России будет благоприятствовать решению проблем оптимизации природной среды регионов. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ продолжает разрабатывать концептуальную методологию оцифрованного структурирования практической реализации метода узловых ландшафтных структур освоения и возможности использования этих материалов при освоении территории Тихоокеанской России.

1. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX- XXI веков: в 3 томах.. Природные ресурсы и региональное природопользование/ под ред. П.Я. Бакланова и В.П. Каракина. Владивосток: Дальнаука, 2010. Т. 2. 560 с.
2. Долговременная программа охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 г. (Экологическая программа). -Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. - Часть 1.- 349 с.; Часть 1 (продолжение) - 350 с.; Часть 2.- 301 с..
3. Заиканов В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территории. М.: Наука. 2008. 81 с.
4. Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 318 с.
5. Старожилов В.Т. Ландшафтные узловые структуры освоения регионов ландшафтной сферы // Наука России: цели и задачи: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. – Изд-во Екатеринбург, часть 1. 2017. – С 82-87

6. Старожилов В.Т. Окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах : материалы Междунар. конф., Владивосток, 7-9 окт., 2013. – Владивосток : Дальнаука, 2013. – С. 38–42.
7. Старожилов В.Т. Структурно-тектоническое районирование Пионерско-Шельтинской зоны Восточно-Сахалинских гор // Тихоокеанская геология. - 1990. - № 3. - С. 90 - 96.
8. Старожилов В.Т. Апатитоносность и петрологические особенности фанерозойских базит-гипербазитовых комплексов Приморья. Старожилов В.Т., Владивосток, 1988. 148 с
9. Старожилов В.Т. Картирование ландшафтов и геодинамическая эволюция фундамента Дальневосточных территорий // Ноосферные изменения в почвенном покрове: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Ноосферные изменения в почвенном покрове.» - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. - С. 174 - 178.
10. Старожилов В.Т. Структура и пространственная организация ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края) : моногр. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2007– 308 с.
11. Старожилов В.Т. Ландшафтные условия развития эрозионно-денудационных процессов юга Дальнего Востока. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. – 100 с. – Соавт.: Дербенцева А. М., Степанова А. И., Ознобихин
12. Старожилов В.Т. Денудационные процессы в ландшафтах и геоэкологические предпосылки техногенных изменений. Старожилов В.Т. монография / В. Т. Старожилов [и др.] ; [науч. ред. Ю. Б. Зонов] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. ун-т, Тихоокеанский гос. ун-т, Ин-т горного дела ДВО РАН. Владивосток, 2009.
13. Старожилов В.Т. Концепция площадной ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ // Современный взгляд на будущее науки: приоритетные направления и инструменты развития : сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2017. – С. 37-39.
14. Старожилов В.Т. Концепция полимасштабной векторно-слоевой индикации геосистем ландшафтной сферы // В сборнике: фундаментальные и прикладные исследования науки XXI века . Шаг в будущее. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С. 44-48.
15. Старожилов В.Т. Ландшафтное районирование Приморского края // Вестн. ДВО РАН. - 2010. - №3. - С. 107 - 112.
16. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (практика). Владивосток: Изд-ский дом Дальнев. федер. ун-та, 2013б. Кн. 3. 276 с.
17. Старожилов В.Т. Геоэкология минерально-сырьевого природопользования ландшафтов юга Дальнего Востока: монография / В.Т. Старожилов, А.В. Леоненко, Л.Т. Крупская, А.М. Дербенцева. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 88 с.

РАЗДЕЛ XVI. ГЕОЛОГИЯ

Иудин М.М.

Проблемы геомеханики: прогноз исходного напряженного состояния массива горных пород

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
(Россия, Якутск)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-77

idsp: 000001:lj-31-01-2018-77

Аннотация

Основным показателем оценки напряженного состояния массива горных пород является коэффициент бокового распора, который может определяться разными способами. Достоверность прогноза коэффициента бокового распора зависит от умения определять корректно горно-геологические условия месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: Напряженное состояние, массив горных пород, коэффициент бокового распора, горно-геологические условия.

Современное состояние этого вопроса базируется на понимании того, что основная сила, формирующая напряженное поле массива горных пород, определяется силой тяжести горных пород. Другие факторы и условия, которые могут изменять напряженное состояние массива горных пород, разными способами и коэффициентами привязывают к исходному напряженному состоянию от веса горных пород. Это увеличивает или уменьшает параметры напряженного поля массива горных пород. При этом выбор значений коэффициентов рассчитывается эмпирическим подходом или феноменологическими соображениями [1, 2]. Проблема прогноза тектонического влияния на напряженное состояние массива горных пород является актуальной в геомеханике. До сих пор нет разработанных теоретических методов анализа тектонического напряженного состояния массива горных пород [2]. Максимальные касательные напряжения с глубиной существенно возрастают, а величина прочности горных пород на глубине 2000 м по оценке касательных напряжений стремиться к величине вертикальной гидростатической гравитационной составляющей напряженного состояния массива. Поэтому, оценку естественного напряженного состояния массива на глубинах более 1500 м следует производить с учетом развития в горных породах существенных касательных напряжений соизмеримых с прочностью горных пород и с учетом возможности формирования нескольких сопряженных систем напряжений в массиве [2].

Естественное напряженное состояние массива горных пород определяется горно-геологическими условиями, которые являются функцией пространственных и временных координат. Напряжения в массиве горных пород возникают главным образом под действием веса горных пород. Кроме того, необходимо учитывать рельеф дневной поверхности. На глубине влияние этих факторов исчезает, и только собственный вес горных пород является причиной естественного напряженного состояния породного массива [1, 2].

Компоненты напряженного состояния массива по пространственным координатам распределяются неравномерно, что определяется горно-геологическими и структурными условиями месторождения полезных ископаемых. Вертикальная составляющая

напряжений от собственного веса горных пород будет расти по мере удаления от дневной поверхности, и на некоторой глубине массива составит:

$$\sigma_z^{(0)} = \int_0^H \gamma(z) dz. \quad (1)$$

Горизонтальные составляющие напряжений в массиве горных пород при условии отсутствия горизонтальных деформаций горных пород будут определяться коэффициентом бокового распора λ :

$$\sigma_x^{(0)} = \sigma_y^{(0)} = \lambda \int_0^H \gamma(z) dz, \quad (2)$$

где λ – коэффициент бокового давления (распора) в массиве горных пород.

Существуют несколько способов расчета коэффициента бокового распора. Например, по условию зависимости между напряжениями и деформациями с учетом изотропности упругих свойств горных пород определяется исходное напряженное состояние породного массива по гипотезе А.Н. Динника:

$$\lambda = \frac{\nu}{1 - \nu}, \quad (3)$$

где ν – коэффициент Пуассона горных пород.

Если коэффициент Пуассона равен 0,5, то это означает, что объемные деформации отсутствуют и коэффициент бокового распора равен единице.

При релаксации напряжений за длительный геологический период формирует начальное напряженное состояние с коэффициентом бокового распора близким к единице. В разрушенных породных массивах с прочностью пород близкой к нулю, коэффициент бокового распора равен [3]:

$$\lambda = \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho}, \quad (4)$$

где ρ – угол внутреннего трения разрушенных горных пород.

Взаимодействие внутренних полей напряжений при разгрузке в процессе генезиса осадочной породы препятствует полному освобождению накопленной энергии упругих деформаций [4]. Из области механики грунтов известно положение об одновременном действии двух систем напряжений: эффективных, связанных с передачей давления от внешней нагрузки нижележащим слоям породы, и нейтральных, связанных с гидростатическим напряжением. Поэтому, в системе уравнений «напряжение-деформация» должен быть еще один компонент, учитывающий это взаимодействие двух систем напряжений, сформированный в процессе образования осадочной горной породы. Если преобразовать уравнения (1, 2, 3) через разницу главных напряжений, например, $(\sigma_z - \sigma_x)$, то коэффициент бокового отпора можно будет интерпретировать следующим образом [2]:

$$\lambda = \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu}. \quad (5)$$

Таким образом, приведенные примеры определения естественного напряженного состояния массива горных пород показывают, что до сих пор не существует надежного метода прогноза устойчивости горных пород, особенно вокруг подземных горных выработок через известный в геомеханике коэффициент бокового распора. Остается только вопрос корректности или достоверности определения этого коэффициента в

зависимости от горно-геологических условий, который влияет на формирования естественного напряженного поля массива горных пород.

1. Иудин М.М. Естественное напряженное состояние массива горных пород кимберлитовых месторождений // Вестник Якутского государственного университета. – Якутск. – 2009. – Т.6. - №2. – С.25-31.
2. Иудин М.М. Напряженное состояние массива многолетнемерзлых горных пород // Отечественная геология – 2011. - №6. – С.72-76.
3. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. – М.: Недра, 1984. – 415 с.
4. Мороз А.И. К вопросу об определении коэффициента Пуассона осадочной горной породы // ФТПРПИ. – 2006. – №4. – С.59-68.

Научный журнал

**Тенденции науки и образования в современном мире
№34, 01.2018**

В номере собраны материалы
XXXIV международной научной конференции
«Тенденции развития науки и образования»
31 января 2018 г.
Часть 4

SPLN 001-000001-0247-LJ

Подписано в печать 09.02.2018. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.4.37
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович