

Однако в условиях санкций стоит актуальный вопрос об импортозамещении и использовании отечественных продуктов. Заменой MS Project может являться белорусский облачный сервис GanttPRO, который практически не уступает своим зарубежным аналогам. Российский рынок также может предложить продукты, отвечающие требованиям современного календарного планирования.

В Республике Беларусь было бы целесообразно активно внедрять программные продукты для календарного планирования в строительстве, что позволит ускорить и улучшить процесс управления проектами в данной отрасли и повысить качество календарного планирования и эффективность строительных работ.

#### Список литературы

- 1 Программы для строительной организации [Электронный ресурс] / Первый БИТ. – Режим доступа : <https://www.1cbit.ru/blog/programmy-dlya-stroitelnoy-organizatsii/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 2 Формирование календарных планов строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/erpusored25/content/12/hdoc/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 3 Гридус, А. Ю. Анализ программ для календарного планирования в строительстве / А. Ю. Гридус, И. И. Боков, Е. В. Иванчук // Академическая публицистика. – 2017. – № 10. – С. 15–22. – EDN ZSGMXP. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 4 Microsoft Project [Электронный ресурс] : [официальный сайт Microsoft]. – Режим доступа : <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/project/project-management-software/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 5 GanttPRO [Электронный ресурс] : [официальный сайт GanttPRO]. – Режим доступа : <https://blog.ganttpro.com/ru/upravlenie-proektami-v-stroitelstve-instrumenty/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 6 ProjectLibre [Электронный ресурс] : [официальный сайт ProjectLibre]. – Режим доступа : <https://www.projectlibre.com/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 7 Программное обеспечение для управления проектами с открытым исходным кодом [Электронный ресурс] / OpenProject : [официальный сайт]. – Режим доступа : <https://www.openproject.org/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 8 Спайдер Проджект [Электронный ресурс] : [официальный сайт Spider Project]. – Режим доступа : <http://www.spiderproject.com/ru/>. – Дата доступа : 04.09.2023.
- 9 Гектор: Календарное планирование производства работ [Электронный ресурс] : [официальный сайт НТЦ Гектор]. – Режим доступа : <http://www.gektorstroi.ru/description/KPPR.php>. – Дата доступа : 04.09.2023.

УДК 69.001.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МАЛОЙ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ ПЛАТФОРМ

*А. Э. ЮНИЦКИЙ, О. В. ХИЛЬКО*

*ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь*

Мультифункциональные экосистемные платформы – инновационные сооружения, объединяющие урбанистические, биосферные и сельскохозяйственные пространства. Такие площадки позволят создать идеальные условия для взаимодействия человека с природой, показать пример по рациональному использованию и сохранению ресурсов биосферы, выработать подходы к устойчивому развитию.

Для полноценного функционирования экосистемных платформ необходимо создание определенной экосистемы, например субтропической, защищенной от дождя, ветра, пыли, негативных техногенных влияний.

Эффективным способом создания защищенных от влияния извне платформ является использование большепролетных сооружений малой материалоемкости. Они представляют собой протяженные в плане шатры с использованием в качестве ограждающих конструкций фторсодержащей пленки (ETFE) – современного строительного материала, изначально разработанного для применения в авиации и космонавтике. Пленка ETFE обладает высокой светопрозрачностью (94 %), низкой плотностью (1650–1760 кг/м<sup>3</sup>), высокой прочностью на разрыв (40–65,2 МПа) и не требует массивных поддерживающих конструкций. В качестве несущих конструкций для покрытия из пленки целесообразно использовать преднатяженные «струны» из высокопрочной проволоки, проволочных канатов либо стальных штрипсов. Крепление пленки к несущим элементам производится при помощи специальных клейких лент и термоконтактной сварки. Такие большепролетные сооружения, обладающие малой материалоемкостью, получили название струнных шатров (СШ), или шатровых сооружений малой материалоемкости.

Рассмотрим конструктивную схему одного из возможных СШ на примере прямоугольного в плане сооружения размерами 54×150 м, с двускатной кровлей и высотой в коньке 8 м (рисунок 1).



Рисунок 1 – Визуализация шатрового сооружения малой материалоемкости

Центральные стойки и крайние подкосы запроектированы из тонкостенных профилей замкнутого круглого сечения. Эти элементы испытывают преимущественно осевую нагрузку, и основное требование к ним не прочность, а устойчивость при центральном сжатии. Для увеличения местной устойчивости стенок профиля заполняются цементно-песчаным раствором либо бетоном. Основные несущие элементы сооружения – сдвоенные проволочные канаты площадь сечения 3,54 см<sup>2</sup> (рисунок 2).

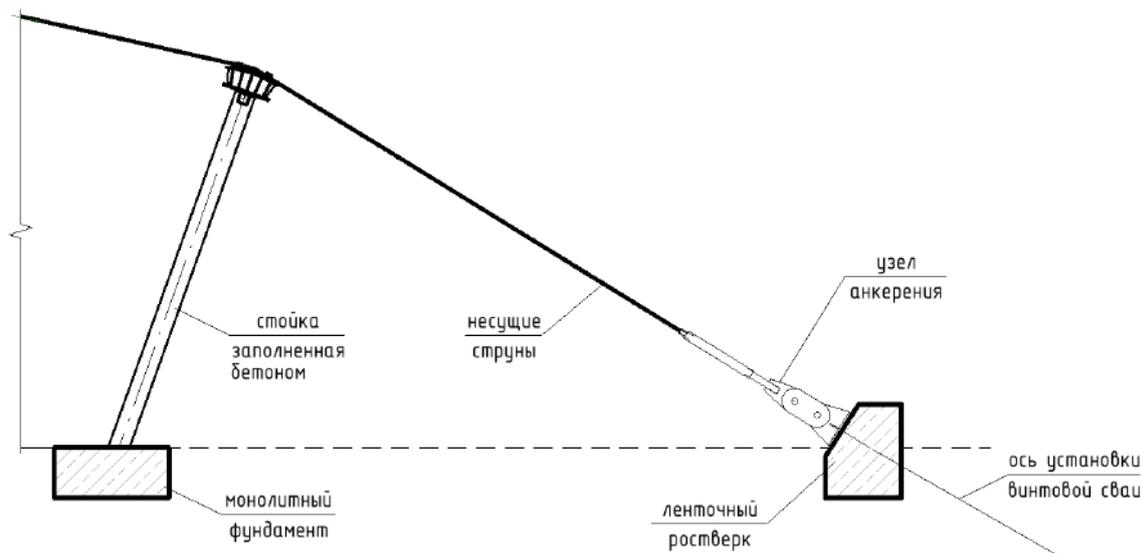


Рисунок 2 – Схема конструктивных элементов шатрового сооружения

Благодаря преднапряжению конструкция способна выдерживать ветровые и снеговые нагрузки, а так как материал покрытия обладает антиадгезионными свойствами, пыль и грязь не скапливаются на поверхности. Для уменьшения колебаний покрытия от ветрового воздействия в середине пролета предусмотрены проволочные оттяжки. Преднапряженные несущие элементы – «струны» – заанкерены в уровне фундаментов сооружения. Для восприятия выдергивающих усилий могут быть

применены винтовые сваи либо комбинированный фундамент с ростверком (в зависимости от пролета и усилия натяжения).

Для оценки экономического эффекта приведем данные о материалоемкости несущих элементов предлагаемого каркаса по сравнению с традиционными металлокаркасами (из чёрного металла, из тонкостенных профилей типа KNAUF ЛСТК по ГОСТ Р 58384-2019) схожих параметров. Данные представим в таблице 1 согласно [2].

Таблица 1 – Сравнительный анализ расхода стали

Элемент конструкции	Расход стали, кг/м <sup>2</sup>		
	Покрытие	Вертикальные несущие конструкции	Всего
Металлокаркас из черного металла	100	49	149
Металлокаркас из тонкостенных профилей типа ЛСТК	45	29	74
Струнный шатёр	8	18	26

В рассмотренном сооружении масса проволочных канатов – 8 т, а для создания изготовления ферменных либо балочных пролетных конструкций для сооружения аналогичных габаритов требуется порядка 100 т стали.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение преднапряженных несущих элементов при строительстве шатровых сооружений для создания экосистемных платформ – современное, надежное и безопасное решение, позволяющее эффективно решать поставленные задачи, что может быть широко использовано вместо применения традиционных технологий каркасного строительства.

#### Список литературы

- 1 Юницкий, А. Э. Инженер: автобиография / А. Э. Юницкий. – Минск : Белпринт, 2021. – С. 159.
- 2 Беленя, Е. И. Металлические конструкции. Специальный курс / Е. И. Беленя, Н. Н. Стрелецкий. – М. : Стройиздат, 1982. – С. 280.