

УДК 624.014.072

А.З. Манапов – кандидат технических наук, доцент**В.В. Бедняков** – магистрТел.: 89033427743, e-mail: man48-75@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

АННОТАЦИЯ

На примере одноэтажного производственного здания выполнено статистическое моделирование работы конструкций. Получены реализации усилий в несущих конструктивных элементах с интервалом 10 минут за промежуток времени 1 год.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: статистическое моделирование, реализации нагрузок и усилий.

A.Z. Manapov – candidate of technical science, associate professor

V.V. Bednyakov – magistrate

Tel.: 89033427743, e-mail: man48-75@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

STATISTICAL MODELING OF WORK BEARING DESIGNS OF THE INDUSTRIAL BUILDING

ABSTRACT

On an example of the one-storied industrial building equipped with bridge cranes, statistical modeling of work of designs is spent. The loadings operating on a skeleton of a building are presented in interval estimations. In considered elements realization of efforts is received for a time interval.

KEYWORDS: statistical modelling, realisation of loadings and efforts.

Статистическое моделирование работы строительных конструкций основано на имитации эксплуатации конструкции с обеспечением заданных статистических параметров действующих нагрузок, воздействий, геометрии конструктивных элементов. Для моделирования работы конструкций предварительно необходимо составить блок-схему их расчета.

В соответствии с блок-схемой выполнены в два этапа расчеты одноэтажного производственного здания, оборудованного мостовыми кранами (рис. 2). На первом этапе с использованием нормативной методики, на втором этапе – методом статистического моделирования. Для сравнения результатов из множества расчетных элементов выбраны 4 характерных элемента конструкции: 401, 403, 447 и 450 (рис. 2).

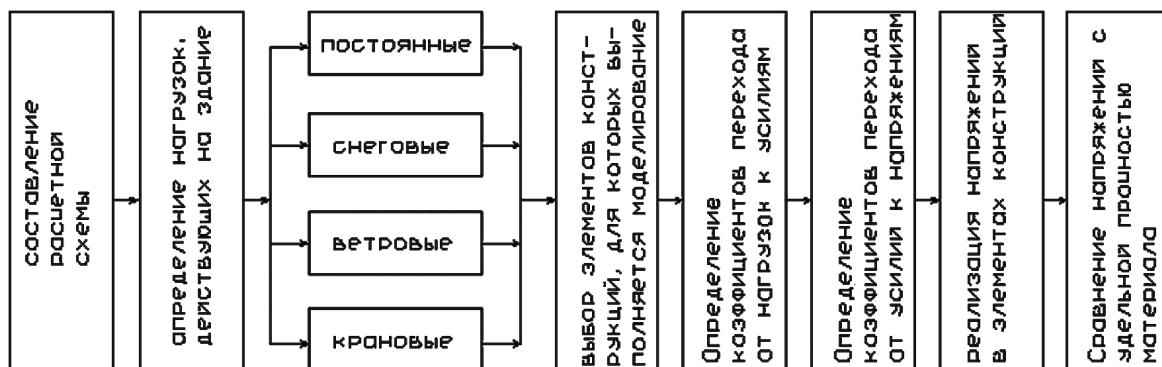


Рис. 1. Блок-схема расчета конструкций

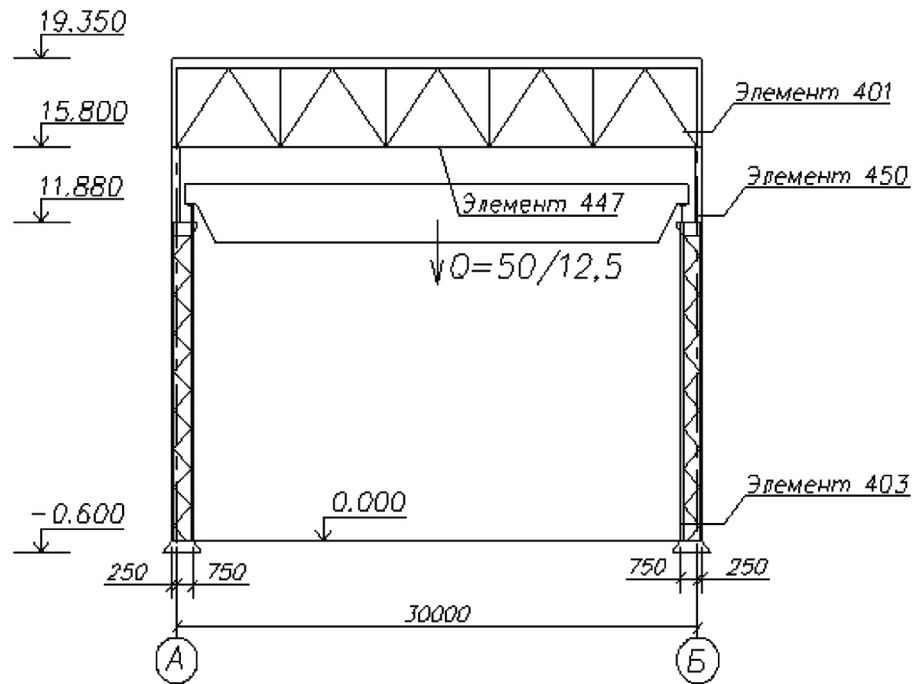


Рис. 2. Поперечная рама производственного здания

При статистическом моделировании распределение постоянных нагрузок принято по нормальному закону распределения, в качестве среднего арифметического принято значение нормативной нагрузки, а за стандарт – произведение среднего арифметического на коэффициент вариации нагрузки. Основой для статистического моделирования снеговой нагрузки приняты распределение годовых максимумов запасов воды в снежном покрове, средние значения дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова, полученные из данных наблюдения метеостанций на территории РТ [2].

По распределению годовых максимумов запасов воды в снежном покрове с использованием генератора случайных чисел получена реализация текущего годового максимума запасов воды в снежном покрове. Также использована информация метеостанций об изменении запасов воды в снежном покрове на каждую декаду. Умножением текущего годового максимума запасов воды на коэффициент изменений запасов воды в снежном покрове в течение зимы получены текущие значения запасов воды в снежном покрове на каждую декаду зимнего периода (рис. 3).



Рис. 3. Изменение значений запасов воды в снежном покрове в течение года

Таблица 1

Результаты наблюдений и статистического моделирования значений запасов воды в снежном покрове на метеостанции г. Казани

Значения запасов воды в снежном покрове (кг/см ²)	Статистическое моделирование	Результаты наблюдений метеостанции Казань
Максимальное значение	246	241
Минимальное значение	59	68

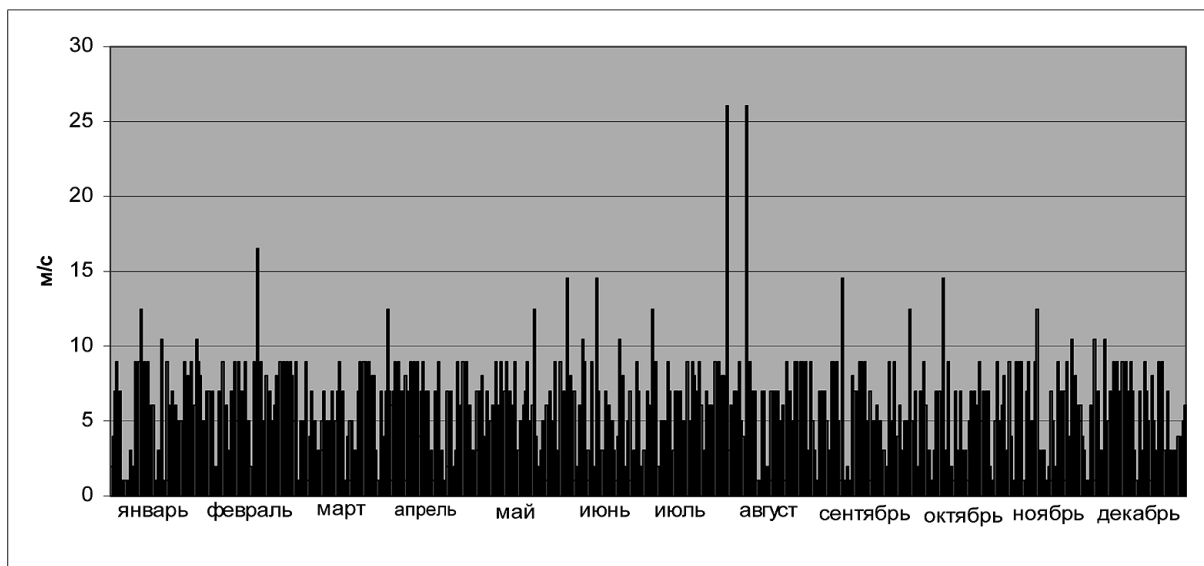


Рис. 4. Реализации скоростей ветрового потока в течение года

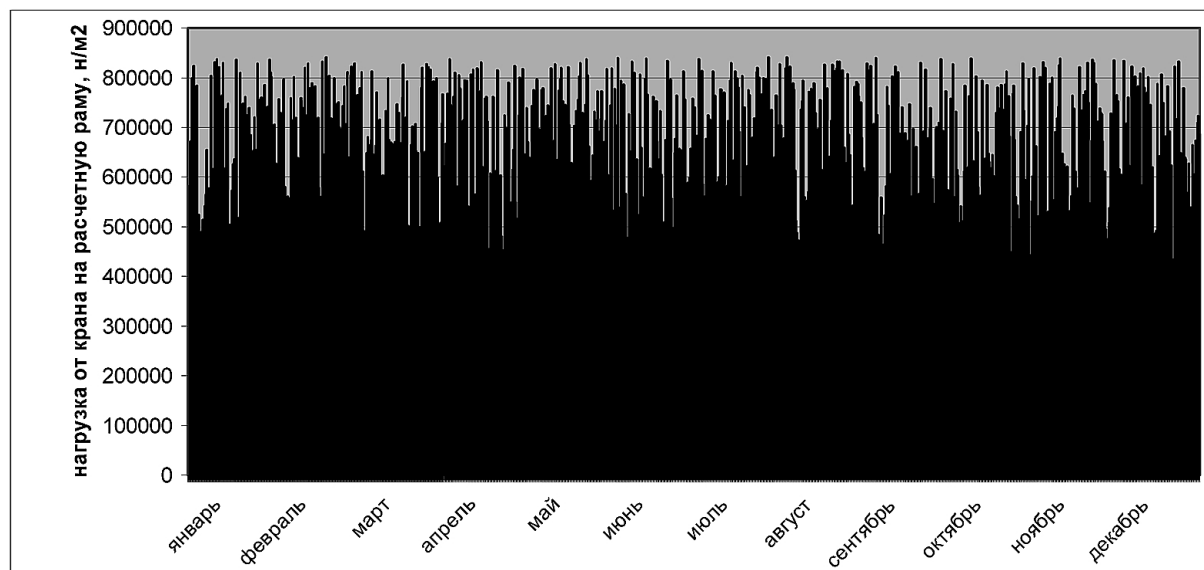


Рис. 5. Изменение крановой нагрузки на расчетную раму в течение года

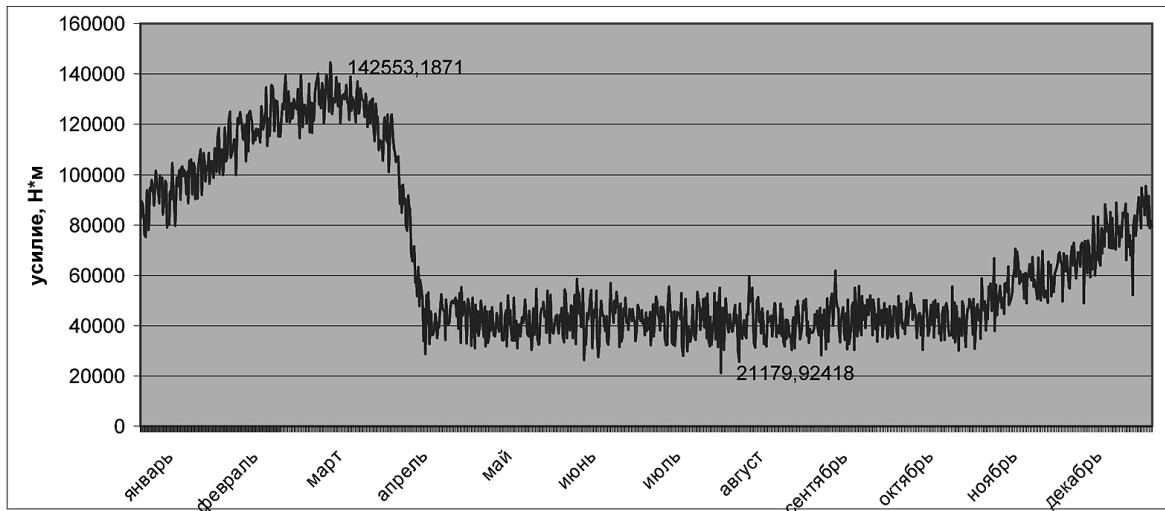


Рис. 6. Реализация значений изгибающих моментов в элементе 450 в течение года

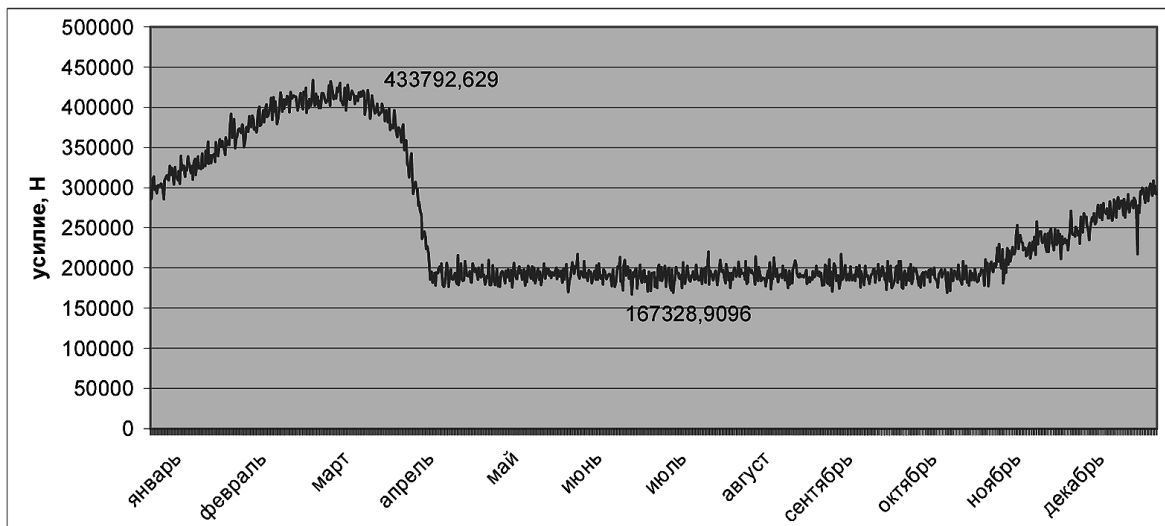


Рис. 7. Реализация значений продольной силы в элементе 450 в течение года

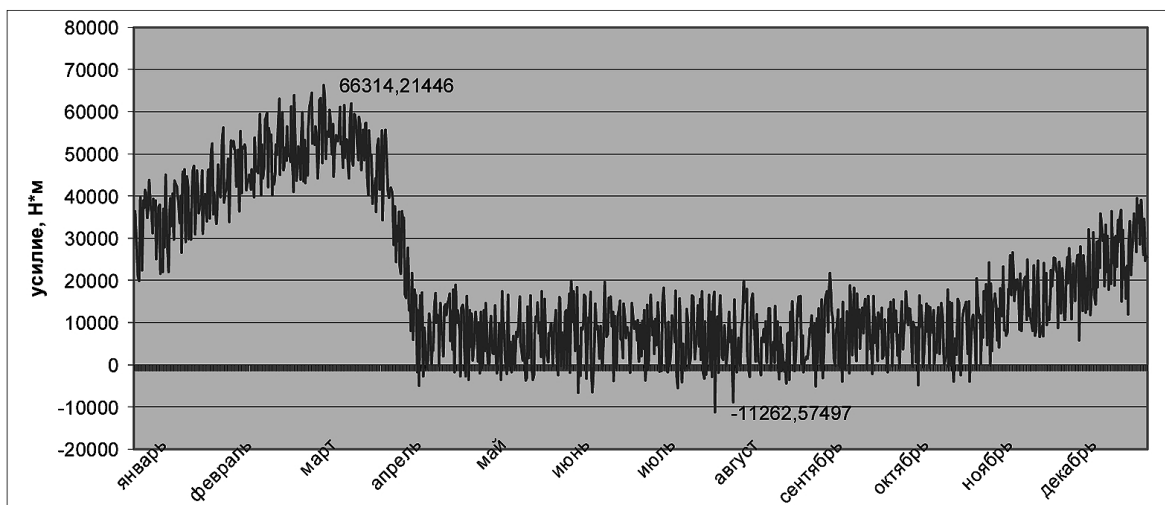


Рис. 8. Реализация значений изгибающих моментов в элементе 403 в течение года

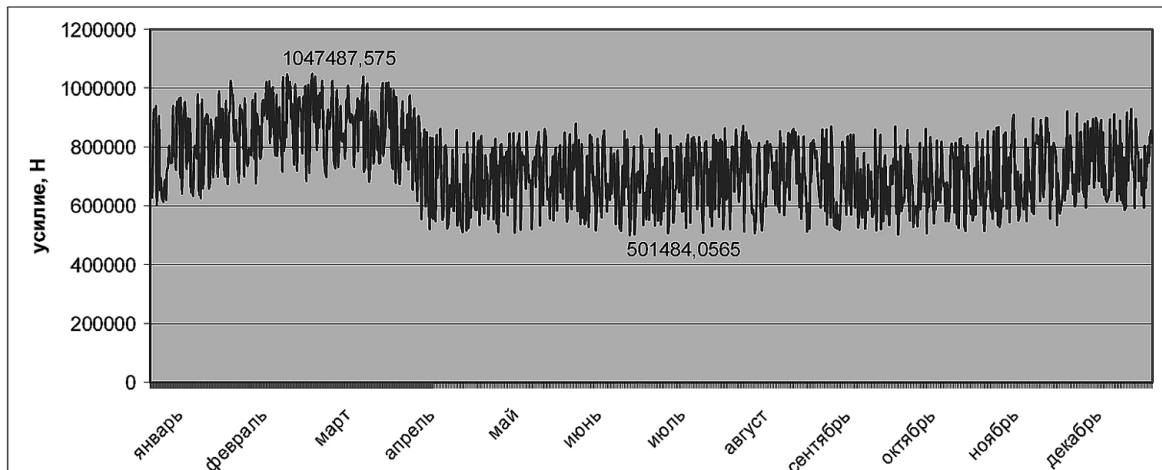


Рис. 9. Реализация значений продольной силы в элементе 403 в течение года

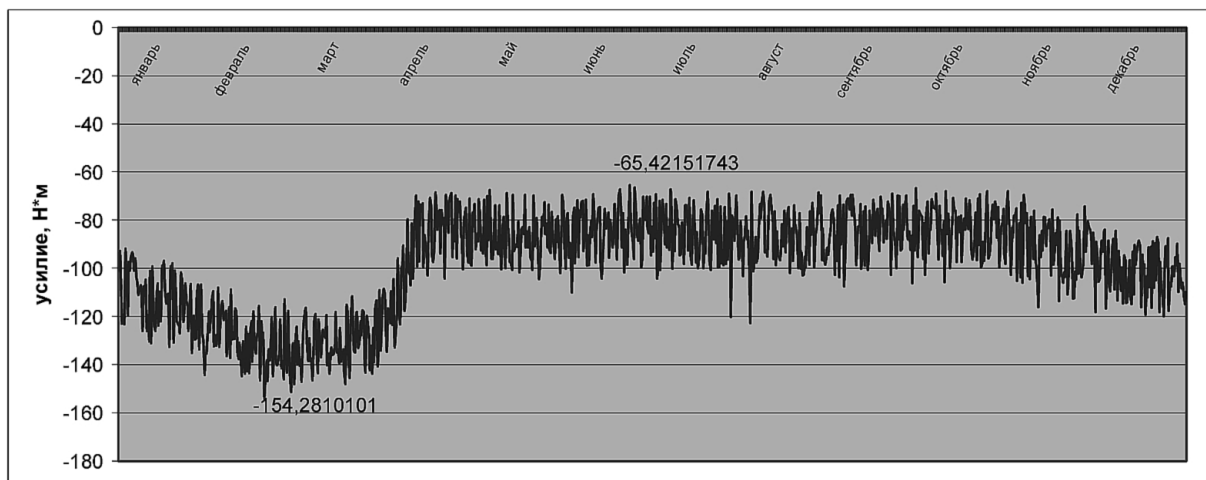


Рис. 10. Реализация значений изгибающих моментов в элементе 401 в течение года

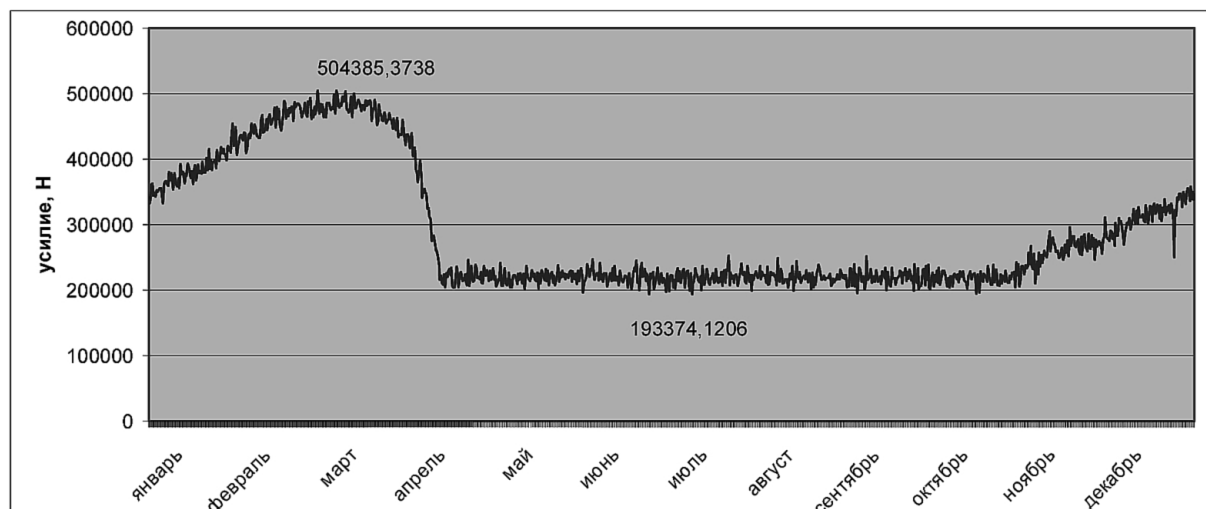


Рис. 11. Реализация значений продольной силы в элементе 401 в течение года

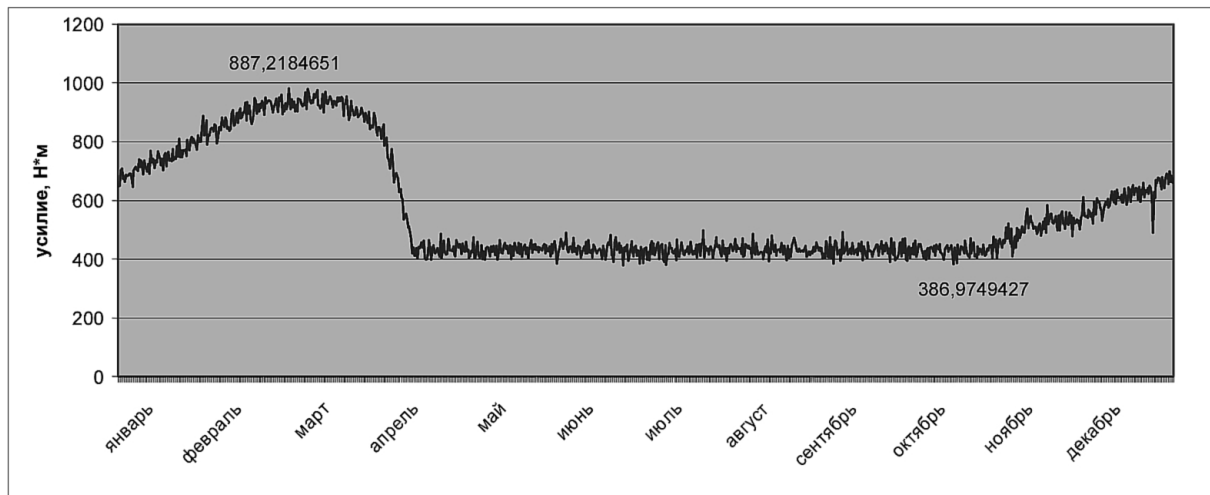


Рис. 12. Реализация значений изгибающих моментов в элементе 447 в течение года

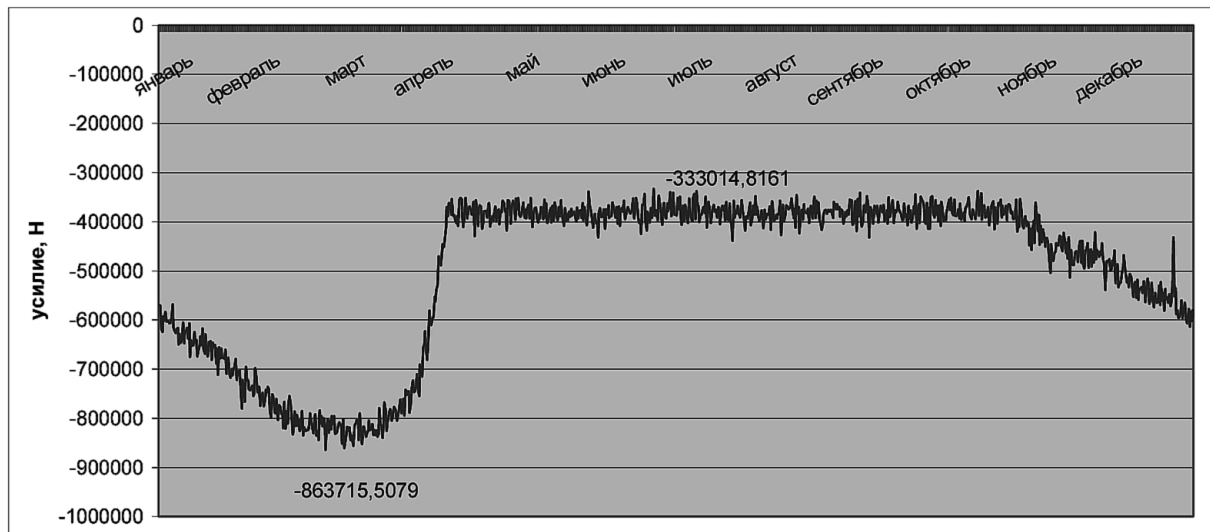


Рис. 13. Реализация значений продольной силы в элементе 447 в течение года

Таблица № 2

№ элемента	450		403		401		447	
	M (Н*М)	N (Н)	M (Н*М)	N (Н)	M (Н*М)	N (Н)	M (Н*М)	N (Н)
Максимальное усилие из 1000 значений	142553	433792	66314	1047487	-154	504385	887	-863715
Минимальное усилие из 1000 значений	21179	167328	-11262	501484	-65	193374	386	-333015
Максимальное усилие, полученное методом предельных состояний	173792	439110	92918	965669	-146	519074	996	-874580



Необходимо отметить, что график на рис. 3 показывает распределение запасов воды в снежном покрове в течение самой снежной зимы, где максимум снеговой нагрузки составляет 249.2 кгс/м².

Используя коэффициенты перехода от нагрузки к усилиям (к N и M), находим усилия в каждом расчетном элементе от снеговой нагрузки. Для проверки достоверности статистического моделирования снеговой нагрузки на территории Республики Татарстан было выполнено проверочное моделирование годовых максимумов снеговой нагрузки в течение 40 лет для территории города Казани. Полученные результаты свидетельствуют о хорошей сходимости смоделированных минимальных и максимальных значений годовых максимумов запасов воды в снежном покрове и их фактических результатов наблюдений на территории РТ (табл. 1).

Для статистического моделирования ветровой нагрузки использованы значения повторяемости различных градаций скорости ветра, направления ветра и штилей за 1 год. Использовано равномерное распределение, полный интервал которого, принятый за 100 %, разбит на подынтервалы, соответствующие по своей ширине проценту повторяемости различных интервалов соответственно скорости ветра, направлению ветра и штилям. На рис. 4 представлена диаграмма распределения скоростей ветра в течение года. Используя формулу перехода от скорости ветра к ветровому давлению, получено распределение давления ветра на расчетную раму.

Для статистического моделирования крановой нагрузки была представлена функция положения кранов в виде равномерного распределения. Для того, чтобы имитировать работу и загруженность крана, был представлен коэффициент работы крана по грузоподъемности в виде распределения. Также в моделировании крановой нагрузки были использованы значения ординат линии влияния для вычисления реакции от проезжающего через расчетную ось крана.

Полученные результаты моделирования крановой нагрузки представлены в диаграмме на рис. 5. Распределение усилий в каждом расчетном элементе от действия отдельной нагрузки определялось умножением распределения нагрузки на коэффициент

перехода от нагрузки к усилию. Реализации расчетных усилий определены как суммы реализаций усилий от отдельных нагрузок.

На графиках (рис. 6-14) приведены реализации усилий от суммарных нагрузок на каркас здания. При этом в качестве снеговой нагрузки использован наибольший возможный по величине максимум снегового давления 249.2 кгс/м².

Для оценки максимальных и минимальных усилий, действующих в рассматриваемых элементах, составлена сводная сравнительная таблица (табл. 2), в которой указаны усилия в элементах при расчете их обычным методом в программном комплексе ЛИРА, и максимальные и минимальные усилия, взятые из распределения усилий в элементах в течение года, полученные методом статистического моделирования.

Максимальное расхождение между усилиями, полученными обычным методом расчета, и максимальными усилиями, полученными методом статистического моделирования, составляет 11 %.

С помощью статистического имитационного моделирования работы несущих элементов конструкций можно объективно точнее решить задачу сочетания усилий от нескольких нагрузок, наглядно представить распределение усилий в них в течение года, оценить и проанализировать, какие нагрузки оказывают на элемент основное действие в данный момент времени. Предложенный метод расчета помогает решить проблему усиления конструктивных элементов зданий или проведения капитального ремонта в оптимальные сроки.

Литература

1. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / Гордеев В.Н., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – С. 146-180.
2. Динамика снежного покрова на территории Татарстана во второй половине XX столетия / Батршина С.Ф. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – С. 8-99.
3. Савельев В.А., Малый В.И., Павлов А.Б. Предложения по назначению расчетной снеговой нагрузки // Промышленное и гражданское строительство. Труды ЦНИИПСК им. Мельникова. – М., 2004.