



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСАИ  
О.С. Логанова

11.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ***

Направление подготовки (специальность)  
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Промышленное и гражданское строительство

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	5

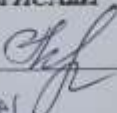
Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий  
10.02.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  В.Б. Гаврилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ  
11.02.2022 г. протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ПисЗ, д-р техн. наук

 А.Л. Кришан

Рецензент:  
директор  ООО НПО "Надежность" , канд. техн. наук  
И.В. Матвеев

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Б. Гаврилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Б. Гаврилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Б. Гаврилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Б. Гаврилов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Б. Гаврилов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Усиление конструкций композитными материалами» является ознакомление студентов с основными сведениями в области современных конструкционных композитных материалов при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Усиление конструкций композитными материалами входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Теоретическая механика

Сопротивление материалов

Математика

Строительные материалы

Железобетонные и каменные конструкции

Металлические конструкции включая сварку

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Сталежелезобетонные конструкции

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Усиление конструкций композитными материалами» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований, чертежи объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет
ПК-1.1	Выполняет сбор нагрузок и воздействий для расчетов проектируемого и реконструируемого объекта капитального строительства
ПК-1.2	Формирует конструктивные системы зданий и сооружений с применением железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов
ПК-1.3	Создает расчетные схемы зданий и сооружений и выполняет расчеты в расчетных программных комплексах
ПК-1.4	Выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций, конструирует основные узловые соединения конструкций и выполняет их расчет
ПК-1.5	Выполняет чертежи железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 4,3 академических часов;
- аудиторная – 4 академических часов;
- внеаудиторная – 0,3 академических часов;
- самостоятельная работа – 27,8 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные положения усиления железобетонных конструкций								
1.1 Применяемые композитные материалы и их свойства Способы усиления конструкций Предварительно напряженные композитные материалы	5	2			4	Подготовка к лекционному занятию	Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		2			4			
2. Проектирование усиления железобетонных конструкций								
2.1 Основные положения проектирования Нормативные и расчетные характеристики композитных материалов Анализ исходной ситуации перед усилением конструкции Основные положения расчета усиленных конструкций по первой и второй группе	5			2	13	Подготовка к лекционному занятию	Устный опрос	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.1, ПК-1.5
Итого по разделу				2	13			
3. Усиление железобетонных конструкций обоями из композитных материалов								
3.1 Основные положения проектирования усиления конструкций обоями из	5				2	Подготовка к лекционному занятию	Устный опрос	ПК-1.3
3.2 Усиление колонн круглой формы поперечного сечения					4,8	Подготовка к лекционному занятию	Устный опрос	ПК-1.2

3.3 Усиление колонн не круглой формы поперечного сечения				4	Подготовка к лекционному занятию	Устный опрос	
Итого по разделу				10,8			
4.							
4.1 Зачет	5						ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5
Итого по разделу							
Итого за семестр	2		2	27,8		зачёт	
Итого по дисциплине	2		2	27,8		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеауди-торной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучаю-щихся.

образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподава-теля к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично-стно значимого для них образовательного результата. Наряду со специ-ализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – органи-зация образовательного процесса, основанная на применении специализированных про-граммных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программ-ных средств.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: Учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. - 112 с. - ISBN 978-5-93093-526-4.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Кришан, А. Л. Сопротивление железобетона нагрузкам и воздействиям : учебное пособие / А. Л. Кришан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2284.pdf&show=dcatalogues/1/1129894/2284.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Кришан, А. Л. Рекомендации по проектированию трубобетонных колонн

круглого и кольцевого поперечного сечения : учебное пособие / А. Л. Кришан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2813.pdf&show=dcatalogues/1/1133013/2813.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Савин, С. Н. Сейсмобезопасность зданий и территорий : учебное пособие / С. Н. Савин, И. Л. Данилов. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1880-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67467> (дата обращения: 19.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Хило, Е. Р.; Усиление железобетонных конструкций с изменением расчетной схемы и напряженного состояния : практическое пособие.; Вища школа, Львов; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561915> (Электронное издание)

5. Серов, Е. Н., Миронова, С. И.; Усиление изгибаемых и сжатоизогнутых элементов деревянных конструкций : методические указания.; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, Санкт-Петербург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/19051.html> (Электронное издание)

6. Демидов, Н. Н.; Усиление стальных конструкций : учебное пособие.; Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/49869.html> (Электронное издание)

7. Шепелев, А. П.; Усиление железобетонных конструкций композитными материалами на основе положений СП 164.1325800.2014 : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/90069.html> (Электронное издание)

#### **в) Методические указания:**

1. Кришан, А. Л. Рекомендации по проектированию трубобетонных колонн круглого и кольцевого поперечного сечения : учебное пособие / А. Л. Кришан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2813.pdf&show=dcatalogues/1/1133013/2813.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. -

2. Кришан, А. Л. Сбор нагрузок на высотные здания и сооружения : учебное пособие / А. Л. Кришан, А. С. Мельничук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2360.pdf&show=dcatalogues/1/1130007/2360.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCAD 2020	учебная версия	бессрочно



Autodesk AutoCAD 2021	учебная версия		бессрочно
Autodesk Revit 2021	учебная версия		бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 16.03.2017	от	бессрочно
STARK ES УВ в.2014	Д-894-14 14.07.2014	от	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс готовых текстовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа включает в себя подготовку к занятиям: поиск и изучение литературы, сбор и анализ иллюстративного материала, выполнение практических работ. Самостоятельная работа аспирантов предполагает выполнение практических работ.

Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Современные принципы проектирования и расчета зданий» аспиранту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение семестра.

Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы.

1. Дайте определение композиционных материалов
2. Приведите примеры классификации композиционных материалов (по материаловедческому, конструкционному, технологическому, эксплуатационному принципам)
3. Обоснуйте необходимость получения композитов
4. Какие требования предъявляют к полимерным матрицам?
5. Дайте общую характеристику металлических матриц.
6. Дайте общую характеристику полимерных матриц.
7. Дайте общую характеристику керамических матриц.
8. Дайте определение и перечислите термореактивные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
9. Назовите термопластичные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
10. Назовите эластомеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
11. Какие существуют наполнители ПКМ, какие требования к ним предъявляют?

**Задание 1.**

Дано: сечение размерами  $b = 300$  мм,  $h = 800$  мм,  $a = 70$  мм; растянутая арматура А400 ( $R_s=355$  МПа); площадь её сечения  $A_s = 2945$  мм<sup>2</sup> ( $6\varnothing 25$ ); бетон класса В25 ( $R_b = 14,5$  МПа); изгибающий момент 650 кНм. Элемент конструкции находится во внутреннем помещении. Начальные деформации бетона не учитывать.

Требуется проверить прочность сечения и при необходимости запроектировать усиление из углепластика холодного отверждения со следующими характеристиками: нормативная прочность  $R_f = 1400$  МПа,  $E_f = 120000$  МПа, расчетная толщина монослоя  $t_f = 0,175$  мм.

**Задание 2.**

Дано, свободно опертая балка перекрытия с размерами сечения:  $b = 200$  мм,  $h = 400$  мм,  $h_0 = 370$  мм; бетон тяжелый класса В25 ( $R_{bt} = 1,05$  МПа); хомуты двухветвевые диаметром 8 мм ( $A_{sw} = 101$  мм<sup>2</sup>) с шагом  $s_w = 150$  мм; арматура класса А240 ( $R_{sw} = 170$  МПа); временная эквивалентная по моменту нагрузка  $q_v = 36$  кН/м, постоянная нагрузка  $q_g = 20$  кН/м; поперечная сила на опоре  $Q_{max} = 154$  кН.

Требуется проверить прочность наклонных сечений и при необходимости запроектировать усиление из углепластика холодного отверждения. Углепластик изготавливается из волокон со следующими нормативными характеристиками: прочность  $R_f = 4800$  МПа,  $E_f = 230000$  МПа, толщина монослоя  $t_f = 0,167$  мм.

## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения	Оценочные средства
<b>ПК-1: Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований, чертежи объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет</b>		
	ПК-1.1: Выполняет сбор нагрузок и воздействий для расчетов проектируемого и реконструируемого объекта капитального строительства	<p style="text-align: center;"><b>Теоретические вопросы к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения по расчетам (требования к расчетам; расчет по прочности; расчет по раскрытию трещин)</li> <li>2. Основные положения проектирования</li> <li>3. Нормативные и расчетные характеристики композитных материалов</li> <li>4. Анализ исходной ситуации перед усилением конструкции</li> </ol>
	ПК-1.2: Формирует конструктивные системы зданий и сооружений с применением железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем может быть вызвана потребность в усилении строительных конструкций?</li> <li>2. Что такое усиление строительной конструкции?</li> <li>3. Какие преимущества способа усиления предварительным напряжением наружными прядями?</li> <li>4. Какие недостатки способа усиления предварительным напряжением наружными прядями?</li> <li>5. От чего зависит эффективность усиления стальными пластинами методом приклеивания?</li> <li>6. Какие преимущества имеет возможность использования материала усиления большой длины и гибкости приводит к упрощению технологии работ?</li> <li>7. Перечислите преимущества применения предварительно напряженных полос композитного материала</li> </ol>
	ПК-1.3: Создает расчетные схемы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразите радиальное давление, вызываемое обоймой из КМФ, а) полное</li> </ol>

	зданий и сооружений и выполняет расчеты в расчетных программных комплексах	<p>усиление по всей длине колонны; б) частичное усиление по длине колонны</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Изобразите эффективная зона работы бетона колонн не круглой формы поперечного сечения</li> <li>3. Изобразите схему усилий и эпюру напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого железобетонного элемента с внешним армированием из композитных материалов, при его расчете по прочности</li> <li>4. Изобразите эпюры распределения деформаций и напряжений по высоте сечения</li> <li>5. Изобразите расчетную схему нормального сечения железобетонного элемента с внешним армированием из композитных материалов</li> </ol>
	ПК-1.4: Выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций, конструирует основные узловые соединения конструкций и выполняет их расчет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите возможные типы разрушения усиленных элементов при расчете нормальных сечений изгибаемых элементов по прочности</li> <li>2. Как выполнить подбор площади сечения внешней композитной арматуры?</li> <li>3. Что нужно учесть, чтобы предотвратить отслаивание ФАС?</li> <li>4. Как ограничить предельное допускаемое усилие, возникающее в арматуре ФАС?</li> <li>5. Исходя из каких предпосылок следует определять предельные усилия в сечении, нормальном к продольной оси элемента?</li> <li>6. Запишите формулу для определения значения граничной высоты сжатой зоны.</li> <li>7. Как определяется высота сжатой зоны в случае, если напряжения в растянутой стержневой арматуре и в ФАС не достигли предельных, а прочность бетона сжатой зоны исчерпана и напряжения в сжатой стержневой арматуре достигли предела текучести?</li> </ol>
	ПК-1.5: Выполняет чертежи железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразите размещение ФАС хомутов для усиления наклонных сечений</li> <li>2. Изобразите принципиальную схему усиления колонны</li> <li>3. Изобразите принципиальную схему усиления балки</li> <li>4. Изобразите принципиальную схему усиления плит</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Композитные конструкции» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, степень сформированности умений и навыков в форме зачета с оценкой.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «**зачтено**» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**не зачтено**» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.