



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
О.С. Логунова

02.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Научная специальность

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

26.01.2023 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ
02.02.2023 г., протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ПиСЗ, канд. техн. наук  М.Ю. Наркевич

Рецензент:

Директор ООО "НПО Надежность",
канд. техн. наук

 И.В. Матвеев

Лист актуализации рабочей программы

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 _____ М.Ю. Наркевич

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 _____ М.Ю. Наркевич

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 _____ М.Ю. Наркевич

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 _____ М.Ю. Наркевич

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины " Проектирование композитных конструкций" является ознакомление аспирантов 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 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование композитных конструкций» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-1	Способен выполнять разработку новых типов несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также осуществлять экспериментальные исследования их эксплуатационной пригодности
КНС-2	Способен осуществлять разработку и оптимизацию конструктивных решений зданий и сооружений с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования
КНС-3	Владеет методологией создания и развития эффективных методов расчета вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций наиболее полно учитывающих специфику возведения на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 44 акад. часов;
- аудиторная – 44 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 28 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Раздел. 1. Основные сведения о композиционных материалах и конструкций из них					
1.1 Основные понятия механики композиционных материалов	5	5	5	7	Устный опрос
1.2 Волокнистые композиционные материалы		5	5	7	Устный опрос
1.3 Основы теории прочности композитов. Методы определения механических свойств композитов		5	5	7	Устный опрос
Итого по разделу		15	15	21	
2. Раздел 2. Проектирование композитных строительных конструкций					
2.1 Основы проектирования несущих строительных конструкций из композитных материалов по первой и второй группам предельных состояний	5	3	3	3	Устный опрос
2.2 Разработка и проектирование конструктивных решений зданий и сооружений с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования (ПК Лира-САПР)		4	4	4	Устный опрос
Итого по разделу		7	7	7	
Итого за семестр		22	22	28	зачёт
Итого по дисциплине		22	22	28	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Славчева, Г. С. Системная диагностика качества строительных материалов : учебное пособие для вузов / Г. С. Славчева. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-5597-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152598> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Величко, Е. Г. Строительные материалы и изделия : учебное пособие / Е. Г. Величко. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020 — Часть 1 — 2020. — 54 с. — ISBN 978-5-7264-2166-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145092> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Управление риском и конструкционная безопасность строительных объектов : учебное пособие / А. П. Мельчаков, Д. А. Байбурин, Е. В. Шукутина, А. Х. Байбурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3847-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206954> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Тамразян, А. Г. Строительные конструкции. Инновационный метод тестового обучения : учебное пособие / А. Г. Тамразян. — Москва : МИСИ – МГСУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-7264-0960-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73660> (дата обращения: 27.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) 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
Лира САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/

Приложение

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

КНС-1 Способен выполнять разработку новых типов несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также осуществлять экспериментальные исследования их эксплуатационной пригодности

Теоретические вопросы:

1. Сформулируйте цель и состав технического задания на проектирование новых типов несущих и ограждающих композитных конструкций зданий и сооружений.
2. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к композиционным материалам.
3. Перечислите и подробно распишите основные физико-механические характеристики современных композитных материалов.
4. Что такое полимерный композит, наполнитель и связующее. Какова их роль в работе композитной конструкции?
5. По каким признакам классифицируются полимерные композиты?
6. Назовите и опишите виды теоретических и экспериментальных исследований полимерных композитов.
7. Дайте определение термина «слоистые композиты». Опишите особенности технологии их изготовления.
8. Сформулируйте основные свойства слоистых композитов. Охарактеризуйте зависимость свойств слоистых композитов от укладки слоев.
9. Назовите область практического применения изделий из слоистых композитов.
10. Дайте определение термина «армированные композиты». Назовите и опишите способы изготовления армированных композитов.
11. Что представляет собой микроструктура армированных композитов.
12. Назовите область практического применения армированных композитов.
13. Приведите примеры применения композитов в строительстве, автомобильной промышленности и судостроении.
14. Какими Вы видите перспективы создания новых композитных материалов.
16. Перечислите и опишите экспериментальные методы определения физико-механических характеристик современных композитных материалов.

КНС-2 Способен осуществлять разработку и оптимизацию конструктивных решений зданий и сооружений с использованием автоматизированных средств исследования и проектирования

Пример практического задания:

Выполнить поверочный расчет вертикальной технологической емкости для жидкости с рабочим объемом 35м³. Глубина заглубления – 6м, обратная засыпка песком средней крупности. Стенки толщиной 10 мм выполнены из полимерного композиционного материала, полученного двумя методами – методом намотки однонаправленного ровинга и методом контактного формования ткани. Для предотвращения всплытия в основании емкости устраивается фундамент балластного типа.

Последовательность расчета и конструирования емкостей из ПКМ в ПК ЛИРА выполнить путем проведения нескольких основных этапов:

- определение усилий / напряжений в элементах конструкции. Для вычисления использовать расчетные схемы, состоящие из пластинчатых КЭ;
- проверка общей и локальной устойчивости элементов емкости;
- расчет емкости на всплытие;
- проверка несущей способности стенок из ПКМ по соответствующей теории прочности.

Расчетная модель емкости представлена на рис. 1. Диаметр емкости 3.1 м, высота 6м. Выполняем триангуляцию модели, назначаем граничные условия (условия сопряжения элементов, грунтовые условия и т.д.). Для учета направления волокна ПКМ предварительно делаем ориентирование локальных осей (рис. 2).

1.св

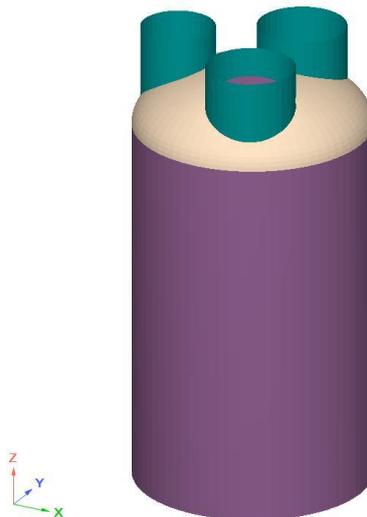


Рисунок 1. Конечно-элементная модель емкости

Деформационные и прочностные параметры ПКМ представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1. Прочностные характеристики ПКМ

Прочностные характеристики ПКМ, Мпа	Элемент емкости	
	Зона намотки	Зона формирования
σ_{1+}	847	309
σ_{1-}	387	275
σ_{2+}	21	309
σ_{2-}	108	275
σ_{12}	51	228

Таблица 2. Упругие характеристики ПКМ

Упругие характеристики ПКМ	Элемент емкости	
	Зона намотки	Зона формирования
E_1 , ГПа	50	22
E_2 , ГПа	15	22
E_3 , ГПа	15	3
G_{12} , ГПа	4.4	8.3
G_{13} , ГПа	4.4	8.3
G_{23} , ГПа	4.4	8.3
ν_{12}	0.3	0.36
ν_{13}	0.3	0.11
ν_{23}	0.25	0.11

Поверочный расчет ПКМ:

После того, как в элементах КЭ сетки определены действующие напряжения, необходимо выполнить проверку конструкции по прочности или по 1 предельному состоянию. Поскольку ПКМ является анизотропным материалом, то есть материал имеет различные характеристики прочности, жесткости вдоль и поперек волокон, могут применяться различные теории прочности. Для поверочного расчета в данном задании использовать теорию Цви Хашина.

КНС-3 Владеет методологией создания и развития эффективных методов расчета вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций наиболее полно учитывающих специфику возведения на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности

Теоретические вопросы:

1. Какие элементы зданий и сооружений относятся к несущим конструкциям? В чем их назначение?
2. Дайте определения термину «конструктивная схема здания».
3. Какие конструктивные схемы здания известны и чем они различаются?
4. Раскройте значение термина «методология проектирования»
5. Дайте определения термину «проектное решение»?
6. Что понимают под термином «конструирование»?
7. Что понимают под термином «проектирование»?
8. Из каких этапов состоит процесс проектирования несущих конструкций?
9. В чем отличие конструктивной и расчетной схемой конструкции?
10. Назовите основные принципы проектирования композитных конструкций.
11. Назовите основные принципы проектирования конструкций, усиленных внешним армированием из композитных материалов.
12. Дайте определение изотропного и анизотропного материала.
13. Почему композиционные материалы являются анизотропными?
14. Какой материал называется ортотропным?
15. Какой вид имеет обобщенный закон Гука для ортотропного композиционного материала?
16. Какие упругие характеристики необходимы для описания упругих свойств ортотропного композиционного материала?
17. Какой вид нагружения реализуется при определении упругих характеристик ортотропного стеклопластика?
18. Какая аппаратура применяется при определении анизотропии упругих свойств стеклопластика?
19. Чем измеряются деформации на поверхности образца?
20. Как получают стеклянные волокна, какими свойствам они обладают?

21. Как получают углеродные волокна, какими свойствам они обладают?
22. Как получают борные волокна, какими свойствам они обладают?
23. Как получают органические волокна, какими свойствам они обладают?
24. Что представляют тканые и нетканые упрочняющие элементы?
25. Каковы основные цели создания ПКМ?
26. Назовите принципиальные недостатки ПКМ, чем они вызваны?
27. Назовите факторы, приводящие к улучшению свойств ПКМ.
28. Какие основные требования предъявляют к несущим конструкциям из ПКМ?