

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального
хозяйства
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института строительства,
архитектуры и жилищно-
коммунального хозяйства

« 12 » _____ Андрийчук Н.Д.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ»**

По направлению подготовки: 08.04.01 Строительство

Магистерская программа: «Современные материалы и технологии в
городском строительстве»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы оптимизации составов строительных материалов и моделирования технологических процессов» по направлению подготовки 08.04.01 Строительство – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы оптимизации составов строительных материалов и моделирования технологических процессов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «31» мая 2017 года № 482 (с изменениями и дополнениями), редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020, № 82 от 08.02.2021.

СОСТАВИТЕЛЬ:

ст. преподаватель кафедры ГСХ Колесникова Ю.В.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры «Городское строительство и хозяйство»

« 12 » 01 2023 года, протокол № 10


Заведующий кафедрой ГСХ  /Сороканич С.В./

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства

« 13 » 01 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института строительства,
архитектуры и жилищно-коммунального
хозяйства

 Ремень В.И.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цели дисциплины – формирование комплекса теоретических знаний и практических навыков планирования экспериментов и статистической обработки полученных результатов применительно к задачам строительного материаловедения и другим направлениям строительной науки.

Задачи:

- ознакомление с современными и классическими теориями планирования экспериментов;
- овладение методикой постановки и организации экспериментальных исследований;
- овладение методикой анализа результатов экспериментальных исследований;
- овладение методикой выбора адекватных математических моделей;
- приобретение навыков самообразования и самосовершенствования, содействие активизации научной деятельности магистрантов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

Основывается на базе дисциплин: информационные технологии в строительстве, математическое моделирование.

Является основой для изучения последующих дисциплин: организация и планирование экспериментальных исследований, расчет строительных конструкций с использованием современных программных комплексов. Полученные знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
Профессиональные компетенции		
<p>ПК-1 Способность проводить экспертизу результатов проектирования и технологических решений по производству строительных материалов, изделий и конструкций</p>	<p>ПК-1.1. Оценка комплектности документов об объекте экспертизы ПК-1.2. Выбор нормативно-технических документов, регламентирующих проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций</p>	<p>Знать: состав комплектности документов об объекте экспертизы; нормативно-технические документы, регламентирующие проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций Уметь: оценивать комплектность документов об объекте экспертизы; применять нормативно-технические документы, регламентирующие проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций Владеть: методами оценки комплектности документов об объекте экспертизы; навыками поиска, систематизации нормативно-технических документов, регламентирующих проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций</p>
<p>ПК-2 Способность проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций</p>	<p>ПК-2.1. Составление заданий и контроль результатов проектирования составов строительных материалов и изделий ПК-2.2. Разработка технических условий на строительные материалы и изделия</p>	<p>Знать: состав задания и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий; алгоритм разработки технических условий на строительные материалы и изделия Уметь: составлять задания, контролировать результаты проектирования составов строительных материалов и изделий Владеть: навыками составления задания и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий; навыками разработки технических условий на строительные материалы и изделия</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная контактная нагрузка (всего)	48	16
в том числе:		
Лекции	24	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	24	24
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	60	92
Форма аттестации	экзамен/курсовая работа	экзамен/курсовая работа

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Проблемы автоматизации процесса проектирования составов бетонных смесей

Анализ влияния компонентов бетонной смеси на характеристики бетона. Анализ состояния вопроса автоматизации процесса проектирования состава бетона. Анализ методов проектирования составов бетонных смесей.

Тема 2. Математические методы оптимизации процесса проектирования составов бетонных смесей

Методы математического моделирования в проектировании бетонов. Выбор методики планирования эксперимента. Методы статистической обработки данных. Выбор и обоснование исследуемых факторов, влияющих на качество и свойства бетона.

Тема 3. Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства бетона

Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства тяжелого бетона. Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства легкого бетона. Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства ячеистого бетона.

Тема 4. Построение математической модели процесса проектирования составов бетонных смесей

Проектирование и корректировка состава ячеистого бетона. Оптимизация состава бетонной смеси, выбор критериев эффективности. Выбор и обоснование критерия оценки адекватности математической модели. Интерпретация математической модели.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Проблемы автоматизации процесса проектирования составов бетонных смесей	2	1
2	Математические методы оптимизации процесса проектирования составов бетонных смесей	6	2
3	Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства бетона	6	2
4	Построение математической модели процесса проектирования составов бетонных смесей	8	3
Всего:		24	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Эксперимент, планирование. Составление матрицы планирования эксперимента	2	1
2	Оптимизационные задачи. Критерии оптимальности. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ. Критерий Фишера, t-критерий Стьюдента.	6	2
3	Факторные эксперименты типа 2 ⁿ . Факторные эксперименты типа 3 ⁿ . Многофакторные эксперименты	6	2
4	Планирование для изучения поверхности отклика. Эволюционное планирование	8	3
Всего:		24	8

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрено учебным планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Проблемы автоматизации процесса проектирования составов бетонных смесей	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	15	22
2	Математические методы оптимизации процесса проектирования составов бетонных смесей	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	15	24
3	Экспериментальные	Подготовка к практическим	15	22

	исследования влияния различных факторов на свойства бетона	занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.		
4	Построение математической модели проектирования бетонных смесей	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	15	24
Всего:			60	92

4.7. Курсовые работы/проекты

Тема курсовой работы: «Математическое планирование рецептурно-технологических параметров бетона».

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Белов, В. В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов : монография / В. В. Белов, А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, И. В. Образцов, А. А. Бобрышев, А. И. Меркулов, П. С. Ерофеев, И. Н. Максимова, Д. А. Меркулов. - Москва : Издательство АСВ, 2015. - 264 с. - ISBN 978-5-4323-0068-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300683.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Петроченков, Р. Г. Композиты на минеральных заполнителях. В 2 т. Т. 2. Проектирование составов строительных композитов : учебное пособие для вузов / Петроченков Р. Г. - М : Издательство Московского государственного горного университета, 2005. - ISBN 5-7418-0390-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741803903.html> - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Жуков, А. Д. Вариотропия давлений в технологии высокопористых материалов / Жуков А. Д. - Москва : Издательство МИСИ - МГСУ, 2017. - 176 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ) - ISBN 978-

5-7264-1525-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].
- URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726415253.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Румянцев, Б. М. Эксперимент и моделирование при создании новых изоляционных и отделочных материалов / Румянцев Б. М. - Москва : Издательство МИСИ - МГСУ, 2017. - 157 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ) - ISBN 978-5-7264-1689-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726416892.html>. - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации:

1. Математическое моделирование (методы оптимизации): Учебно-методическое пособие / Г. П. Бояркина. – Иркутск: ИрГУПС, 2016 г. – 70 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства ЛНР – <https://minstroylnr.su/>

Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://mprlnr.su/>

Государственный комитет метрологии, стандартизации и технических измерений ЛНР – <https://gkmsti-lnr.su/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Методы оптимизации составов строительных материалов и моделирования технологических процессов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Методы оптимизации составов строительных материалов и моделирования технологических процессов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способность проводить экспертизу результатов проектирования и технологических решений по производству строительных материалов, изделий и конструкций	ПК-1.1 ПК-1.2	Тема 1. Проблемы автоматизации процесса проектирования составов бетонных смесей Тема 2. Математические методы оптимизации процесса проектирования составов бетонных смесей. Тема 3. Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства бетона Тема 4. Построение математической модели процесса проектирования составов бетонных смесей	2 семестр
2	ПК-2	Способность проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций	ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 1. Проблемы автоматизации процесса проектирования составов бетонных смесей Тема 2. Математические методы оптимизации процесса проектирования составов бетонных смесей. Тема 3. Экспериментальные исследования влияния различных факторов на свойства бетона	2 семестр

				Тема 4. Построение математической модели процесса проектирования составов бетонных смесей	
--	--	--	--	---	--

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Знать: состав комплектности документов об объекте экспертизы; нормативно-технические документы, регламентирующие проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций Уметь: оценивать комплектность документов об объекте экспертизы; применять нормативно-технических документы, регламентирующие проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций Владеть: методами оценки комплектности документов об объекте экспертизы; навыками поиска, систематизации нормативно-технических документов, регламентирующих проектирование и производство строительных материалов, изделий и конструкций	Тема 1-4	Контрольные работы, курсовая работа
2	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Знать: состав задания и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий; алгоритм разработки технических условий на строительные материалы и изделия Уметь: составлять задания, контролировать результаты проектирования составов строительных материалов и изделий Владеть: навыками составления задания и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий; навыками разработки технических условий на строительные материалы и изделия	Тема 1-4	Контрольные работы, курсовая работа

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Методы оптимизации составов строительных материалов и
моделирования технологических процессов»**

Вопросы для контрольным работам:

1. Исторический обзор применения моделирования
2. Основы системного анализа и моделирования
3. Этапы системного анализа
4. Существующие подходы анализа системы
5. Понятие о моделировании. Классификация моделей
6. Основные этапы и принципы моделирования
7. Элементы математической статистики
8. Понятие о математической статистике
9. Задачи математической статистики
10. Сбор и первичная обработка данных
11. Определение точечных оценок распределения
12. Определение интервальных оценок, понятие о статической гипотезе
13. Области применения статистических методов обработки данных
14. Статистический контроль прочности бетона
15. Математическое моделирование в решении строительно-технологических задач
16. Понятие о полиноме, отклике, факторах и уровнях варьирования, факторном пространстве
17. Первичная статистическая обработка результатов эксперимента
18. Математическая модель эксперимента. Метод наименьших квадратов
19. Метод наименьших квадратов для функции нескольких переменных
20. Дисперсионная матрица оценок
21. Критерии оптимального планирования
22. Планы для построения линейных и неполных квадратичных моделей
23. Планы для построения полиномиальных моделей второго порядка
24. Регрессионный анализ модели
25. Решение оптимизационных задач. Моделирование свойств смесей
26. Решение рецептурно-технологических задач на ЭВМ
27. Основные виды задач, решаемых при организации планирования и управления в строительстве
28. Решение транспортной задачи
29. Моделирование в строительстве
30. Нелинейные модели
31. Модели динамического программирования

32. Оптимизационные модели (постановка задач оптимизации)
33. Организационное моделирование систем управления строительством
34. Основные направления моделирования систем управления строительством

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Отлично (5)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
Хорошо (4)	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
Удовлетворительно (3)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
Неудовлетворительно (2)	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Тема курсовой работы:

1. «Математическое планирование рецептурно-технологических параметров бетона».

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «курсовая работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Отлично (5)	Курсовая работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
Хорошо (4)	Курсовая работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
Удовлетворительно (3)	Курсовая работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
Неудовлетворительно (2)	Курсовая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы на экзамен:

1. Эксперимент, планирование и анализ.
2. Основные понятия математической статистики.
3. Полный факторный эксперимент.
4. Матрицы экспериментов.

5. Случайный эксперимент.
6. Оптимизационные задачи.
7. Критерии оптимальности.
8. Метод анализа иерархий.
9. Оптимальность по Парето.
10. Симплекс-метод.
11. Метод золотого сечения.
12. Метод чисел Фибоначчи.
13. Дихотомия.
14. Метод перебора.
15. Метод Монте-Карло.
16. Метод Ньютона.
17. Метод одной касательной
18. Регрессионный анализ.
19. Метод наименьших квадратов.
20. Критерий Фишера.
21. G-критерий.
22. t-критерий Стьюдента.
23. Критерий Бартлета.
24. Корреляционный анализ
25. Рандомизированное блочное планирование.
26. Планирование без ограничений на рандомизацию.
27. Латинские и другие квадраты
28. Факторные эксперименты типа 2^n .
29. Факторные эксперименты типа 3^n .
30. Многофакторные эксперименты
31. Планирование для изучения поверхности отклика.
32. Эволюционное планирование

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
Хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути

	излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
Удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
Неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)