



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью изучения дисциплины** является воспитание у магистранта стремление применять наиболее эффективные высокотехнологичные конструктивные элементы при гармоничном распределении материала, обеспечивающем одновременное выполнение несущих и ограждающих функций при минимальных затратах.

**Задача магистранта** – научиться обоснованно выбирать материал конструкции при заданных условиях ее эксплуатации, овладеть современными методами расчетов и компьютерного проектирования, достигнуть высокого уровня культуры проектирования зданий и сооружений с заданной степенью надежности.

Дисциплина «Проектирование специальных конструкций и инженерных сооружений» относится к профессиональным. Изучение ее основывается на знаниях математического анализа, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, теоретической механики, сопротивления материалов, строительной механики, теории упругости, служит завершением дисциплин по деревянным, металлическим и железобетонным конструкциям; необходима как предшествующая дисциплина к изучению динамики специальных конструкций зданий и сооружений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина изучается в третьем семестре, основывается на знаниях математики, теоретической механики, сопротивления материалов, строительной механики, железобетонных конструкций.

Необходима как предшествующая к другим дисциплинам ОПОП и к научно-исследовательской работе, формирует общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

Знать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов; приобрести следующие компетенции:

ОК-1 – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК-2 – способность действовать в нестандартной ситуации, нести ответственность за принятые решения;

ОК-3 – готовность к саморазвитию и самореализации.

Уметь применять в практической деятельности следующие компетенции:

ОПК-4 – иметь знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры;

ОПК-5 – способность использовать теоретические и практические знания, находящиеся на передовых рубежах науки;

ОПК-6 – способность приобретать новые знания;

ОПК-8 – способность порождать новые идеи;

ОПК-10 – способность к постановке задачи, к применению современных методов исследований;

ОПК-12 – способность представлять полученные результаты.

Владеть следующими профессиональными компетенциями:

ПК-3 – методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчета специальных конструкций и инженерных сооружений на прочность, жесткость, устойчивость;

ПК-4 – методами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование специальных конструкций и инженерных сооружений»

Общая трудоемкость дисциплин составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	1. Оболочки положительной гауссовой кривизны. Виды специальных конструкций, история их развития. Сведения о поверхностях: способы задания, первая и вторая квадратичные формы.	3	1	2					3		
	2. Ортогональная координатная сеть поверхности. Напряженно-деформиро-	3	2		4				3		



	ванное состояние оболочки. Уравнения равновесия. Зависимости между силами и деформациями.										
	3. Пологие оболочки двоякой кривизны, прямоугольные в плане. Напряженно-деформированное состояние, контурные конструкции, граничные условия.	3	3	2				3	кп	2/100%	
	4. Поверхности второго порядка. Способы их задания, системы осей координат, линии главных кривизн. Поверхности положительной или отрицательной гауссовой кривизны.	3	4		4			3		4/100%	
	5. Моментное и безмоментное напряженное состояние оболочки. Выбор стрелы подъема и радиуса кривизны пологой оболочки. Уравнения равновесия. Определение нагрузок на оболочку.	3	5	2				3		2/100%	
	6. Определение усилий в оболочке при различных условиях на контуре. Запись граничных условий, их влияние на деформирование. Определение усилий в оболочке через функцию напряжений $\varphi(x,y)$ . Способы задания функции напряжений, определение ее параметров методом Бубнова-Галеркина. Метод коллокации.	3	6		4			3		4/100%	Рейт. контр. №1
	7. Безмоментное состояние пологой оболочки при действии равномерно распределенной нормальной к поверхности нагрузки, уравновешенной касательными силами по контуру: функция напряжений, определение параметров, эпюры внутренних сил.	3	7	2				3		1/50%	

8.Решение задачи при опорных конструкциях, недеформируемых вдоль контура. Определение усилий в оболочке при контурных конструкциях, не создающих касательных сил.	3	8		4			3		4/100%	
9.Взаимодействие оболочки с контурными конструкциями: функция напряжений, определение касательных сил по контуру, усилий в оболочке и контурном бруске. Определение моментов в зонах местного изгиба пологих тонкостенных оболочек.	3	9	2				3			
10.Расчет оболочки, прямоугольной в плане, с различными стрелами подъема на сторонах контура. Пример.	3	10		4			3			
11.Конструирование оболочек. Оболочки сборные и монолитные, гладкие и ребристые. Разделение оболочек на сборные элементы. Обеспечение устойчивости гладких и ребристых оболочек. Соединение сборных элементов между собой и с контурными конструкциями. Расчет шпоночных соединений.	3	11	2				3		2/100%	Рейт. контр. №2
12.Армирование оболочек и контурных конструкций.	3	12		4			3		4/100%	
13.Конструирование сборных оболочек: определение геометрических параметров, разбивка оболочки на сборные элементы, конструирование элементов и их соединений между собой и с контурными конструкциями.	3	13	2				3			

	14.Монолитные оболочки: назначение геометрических параметров, определение расчетных пролетов, стрелы подъема, радиусов кривизны, схемы армирования.	3	14		4			3		2/50%	
2	1.Резервуары. Классификация и примеры конструктивных решений. Защита резервуаров от проницаемости. Расчет резервуаров. Общие положения. Расчет стенки цилиндрического резервуара на осесимметричные нагрузки.	3	15	2				3			
	2.Деформации оболочки. Стенка постоянной толщины. Влияние граничных воздействий на усилия и перемещения в оболочке. Стенка переменной толщины.	3	16		4			3		2/50%	
	3.Определение давления предварительно напряженной арматуры на цилиндрическую оболочку. Определение потерь предварительных напряжений в арматуре при навивке машинным методом. Давление навивки арматуры на бесконечно длинную оболочку.	3	17	2				3			Рейт. контр. №3
	4.Давление навивки арматуры на оболочку конечной длины. Определение грузовых членов. Пример 1 – постоянный шаг навивки. Пример 2 – переменный шаг навивки.	3	18		4			3			
	Всего по семестру (и по курсу)			18	36			54	кп	27/50%	Зачет



## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На занятиях в достаточной мере используются мультимедийные средства демонстрации материала с проектированием на большой экран. Вместе с тем используется и традиционный метод, когда рисунки создаются на доске маркером, и магистрант может следить за их появлением постепенно, следуя за преподавателем и его объяснениями. Так же осуществляется и вывод формул и уравнений, которых в данной дисциплине очень много.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости осуществляется по вопросам к рейтинг-контролю, проводимому на 6, 11, 17 неделях, а также по выступлениям на интерактивных занятиях и активности магистрантов в обсуждениях конструктивных решений и вопросов расчета конструкций и их элементов. Кроме того контролируется выполнение магистрантами самостоятельной работы по изучению дисциплины. В течение семестра предусмотрено выполнение курсового проекта. В конце семестра промежуточная аттестация - магистранты сдают зачет по прилагаемым вопросам.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Поверхность и способы ее задания.
2. Первая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты.
3. Нормальная кривизна кривой.
4. Вторая квадратичная форма поверхности.
5. Экстремальные значения нормальных кривизн и главные радиусы кривизны.
6. Понятие гауссовой кривизны поверхности.
7. Ортогональная координатная сеть поверхности.
8. Условия Кодацци-Гаусса.
9. Понятие поверхности переноса.
10. Напряженно-деформированное состояние оболочки.
11. Связь деформаций средней поверхности с перемещениями.
12. Перемещения и деформации изгиба оболочки.
13. Уравнения равновесия элементов оболочки.

14. Зависимость между силами и деформациями и обратные соотношения.
15. Напряженно-деформированное состояние пологой оболочки.
16. Коэффициенты первой и второй квадратичных форм для пологой оболочки.
17. Кривизна поверхности пологой оболочки.
18. Деформации в срединной поверхности.
19. Деформации изгиба пологой оболочки.
20. Уравнения равновесия для пологой оболочки.
21. Усилия и деформации в железобетонной оболочке.
22. Контурные конструкции и граничные условия.
23. Покрытия с оболочками положительной гауссовой кривизны.
24. Безмоментная теория: уравнения равновесия; связь между деформациями и перемещениями.
25. Переход от осей  $\xi, \eta$  к осям  $x, y$ , расположенным в основании оболочки.
26. Определение главных усилий.
27. Определение усилий в пологих оболочках через функцию напряжений.
28. Уравнения, связывающие функцию напряжений с кривизной и перемещениями  $W(x, y)$ .
29. Главные усилия и углы, определяющие их направление.
30. Определение функции напряжений методом Бубнова-Галеркина.
31. Метод коллокации.
32. Безмоментное состояние пологой оболочки: выбор функции напряжений, определение ее параметров.
33. Определение усилий в оболочке и касательных сил по контуру.
34. Решение для оболочек с опорными конструкциями, недеформируемыми вдоль контура.
35. Определение усилий в оболочках с шарнирно-подвижным опиранием.
36. Взаимодействие оболочки с опорными контурами, деформируемыми вдоль контура.
37. Моменты в тонкостенных пологих оболочках переноса.
38. Определение усилий в контурных конструкциях.
39. Влияние контурных конструкций на распределение усилий в оболочках.
40. Конструирование оболочек: определение размеров сечений, армирование.
41. Проверка устойчивости гладких и ребристых оболочек.
42. Разделение оболочек на сборные элементы.
43. Соединение элементов сборной оболочки; расчет соединений.



44. Оболочки переменной кривизны с разными граничными условиями.
45. Метод коллокации.
46. Безмоментное состояние пологой оболочки: выбор функции напряжений, определение ее параметров.
47. Определение усилий в оболочке и касательных сил по контуру.
48. Решение для оболочек с опорными конструкциями, недеформируемыми вдоль контура.
49. Определение усилий в оболочках с шарнирно-подвижным опиранием.
50. Взаимодействие оболочки с опорными контурами, деформируемыми вдоль контура.
51. Моменты в тонкостенных пологих оболочках переноса.
52. Определение усилий в контурных конструкциях.
53. Влияние контурных конструкций на распределение усилий в оболочках.
54. Конструирование оболочек: определение размеров сечений, армирование.
55. Проверка устойчивости гладких и ребристых оболочек.
56. Разделение оболочек на сборные элементы.
57. Соединение элементов сборной оболочки; расчет соединений.
58. Оболочки переменной кривизны с разными граничными условиями.

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №1**

1. Поверхность и способы ее задания.
2. Первая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты.
3. Нормальная кривизна кривой.
4. Вторая квадратичная форма поверхности.
5. Экстремальные значения нормальных кривизн и главные радиусы кривизны.
6. Понятие гауссовой кривизны поверхности.
7. Ортогональная координатная сеть поверхности.
8. Условия Кодацци-Гаусса.
9. Понятие поверхности переноса.
10. Напряженно-деформированное состояние оболочки.
11. Связь деформаций средней поверхности с перемещениями.
12. Перемещения и деформации изгиба оболочки.
13. Уравнения равновесия элементов оболочки.
14. Зависимость между силами и деформациями и обратные соотношения.
15. Напряженно-деформированное состояние пологой оболочки.

16. Первая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты.
17. Нормальная кривизна кривой.
18. Вторая квадратичная форма поверхности.
19. Экстремальные значения нормальных кривизн и главные радиусы кривизны.
20. Понятие гауссовой кривизны поверхности.

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №2**

21. Ортогональная координатная сеть поверхности.
22. Условия Кодацци-Гаусса.
23. Понятие поверхности переноса.
24. Напряженно-деформированное состояние оболочки.
25. Связь деформаций средней поверхности с перемещениями.
26. Перемещения и деформации изгиба оболочки.
27. Уравнения равновесия элементов оболочки.
28. Зависимость между силами и деформациями и обратные соотношения.
29. Напряженно-деформированное состояние пологой оболочки.
30. Коэффициенты первой и второй квадратичных форм для пологой оболочки.
31. Кривизна поверхности пологой оболочки.
32. Деформации в срединной поверхности.
33. Деформации изгиба пологой оболочки.
34. Уравнения равновесия для пологой оболочки.
35. Усилия и деформации в железобетонной оболочке.
36. Контурные конструкции и граничные условия.
37. Покрытия с оболочками положительной гауссовой кривизны.
38. Безмоментная теория: уравнения равновесия; связь между деформациями и перемещениями.
39. Переход от осей  $\xi, \eta$  к осям  $x, y$ , расположенным в основании оболочки.
40. Определение главных усилий.

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №3**

41. Определение усилий в пологих оболочках через функцию напряжений.
42. Уравнения, связывающие функцию напряжений с кривизной и перемещениями  $W(x, y)$ .

43. Главные усилия и углы, определяющие их направление.
44. Определение функции напряжений методом Бубнова-Галеркина.
45. Метод коллокации.
46. Безмоментное состояние пологой оболочки: выбор функции напряжений, определение ее параметров.
47. Определение усилий в оболочке и касательных сил по контуру.
48. Решение для оболочек с опорными конструкциями, недеформируемыми вдоль контура.
49. Определение усилий в оболочках с шарнирно-подвижным опиранием.
50. Взаимодействие оболочки с опорными контурами, деформируемыми вдоль контура.
51. Моменты в тонкостенных пологих оболочках переноса.
52. Определение усилий в контурных конструкциях.
53. Влияние контурных конструкций на распределение усилий в оболочках.
54. Конструирование оболочек: определение размеров сечений, армирование.
55. Проверка устойчивости гладких и ребристых оболочек.
56. Разделение оболочек на сборные элементы.
57. Соединение элементов сборной оболочки; расчет соединений.
58. Оболочки переменной кривизны с разными граничными условиями.

### **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Поверхность и способы ее задания.
2. Первая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты.
3. Нормальная кривизна кривой.
4. Вторая квадратичная форма поверхности.
5. Экстремальные значения нормальных кривизн и главные радиусы кривизны.
6. Понятие гауссовой кривизны поверхности.
7. Ортогональная координатная сеть поверхности.
8. Условия Кодацци-Гаусса.
9. Понятие поверхности переноса.
10. Напряженно-деформированное состояние оболочки.
11. Связь деформаций средней поверхности с перемещениями.
12. Перемещения и деформации изгиба оболочки.
13. Уравнения равновесия элементов оболочки.
14. Зависимость между силами и деформациями и обратные соотношения.



15. Напряженно-деформированное состояние пологой оболочки.
16. Коэффициенты первой и второй квадратичных форм для пологой оболочки.
17. Кривизна поверхности пологой оболочки.
18. Деформации в срединной поверхности.
19. Деформации изгиба пологой оболочки.
20. Уравнения равновесия для пологой оболочки.
21. Усилия и деформации в железобетонной оболочке.
22. Контурные конструкции и граничные условия.
23. Покрытия с оболочками положительной гауссовой кривизны.
24. Безмоментная теория: уравнения равновесия; связь между деформациями и перемещениями.
25. Переход от осей  $\xi, \eta$  к осям  $x, y$ , расположенным в основании оболочки.
26. Определение главных усилий.
27. Определение усилий в пологих оболочках через функцию напряжений.
28. Уравнения, связывающие функцию напряжений с кривизной и перемещениями  $W(x, y)$ .
29. Главные усилия и углы, определяющие их направление.
30. Определение функции напряжений методом Бубнова-Галеркина.
31. Метод коллокации.
32. Безмоментное состояние пологой оболочки: выбор функции напряжений, определение ее параметров.
33. Определение усилий в оболочке и касательных сил по контуру.
34. Решение для оболочек с опорными конструкциями, недеформируемыми вдоль контура.
35. Определение усилий в оболочках с шарнирно-подвижным опиранием.
36. Взаимодействие оболочки с опорными контурами, деформируемыми вдоль контура.
37. Моменты в тонкостенных пологих оболочках переноса.
38. Определение усилий в контурных конструкциях.
39. Влияние контурных конструкций на распределение усилий в оболочках.
40. Конструирование оболочек: определение размеров сечений, армирование.
41. Проверка устойчивости гладких и ребристых оболочек.
42. Разделение оболочек на сборные элементы.
43. Соединение элементов сборной оболочки; расчет соединений.
44. Оболочки переменной кривизны с разными граничными условиями.
45. Метод коллокации.

46. Безмоментное состояние пологой оболочки: выбор функции напряжений, определение ее параметров.
47. Определение усилий в оболочке и касательных сил по контуру.
48. Решение для оболочек с опорными конструкциями, недеформируемыми вдоль контура.
49. Определение усилий в оболочках с шарнирно-подвижным опиранием.
50. Взаимодействие оболочки с опорными контурами, деформируемыми вдоль контура.
51. Моменты в тонкостенных пологих оболочках переноса.
52. Определение усилий в контурных конструкциях.
53. Влияние контурных конструкций на распределение усилий в оболочках.
54. Конструирование оболочек: определение размеров сечений, армирование.
55. Проверка устойчивости гладких и ребристых оболочек.
56. Разделение оболочек на сборные элементы.
57. Соединение элементов сборной оболочки; расчет соединений.
58. Оболочки переменной кривизны с разными граничными условиями.

### **ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

В рамках курсового проектирования предлагается запроектировать конструкцию покрытия промышленного или общественного здания на примере двояковыпуклой оболочки на прямоугольном плане с индивидуальными размерами, соответствующими номеру варианта.

Состав курсового проекта:

1. Произвести расчет двояковыпуклой оболочки;
2. Определить главные напряжения в расчетных сечениях оболочки;
3. Законструировать оболочку определив размеры ключевых поперечных сечений и армирование.

Графическая часть курсового проекта выполняется на 4...5 листах формата А3, пояснительная записка на листах формата А4 с обязательным размещением на листах рамок и штампов.

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Конспект лекций и методические указания к практическим занятиям имеются в электронном виде. В библиотеке университета имеется основная и дополнительная литература по предмету.

### **Основная литература:**

1. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Волосухин В.А., Дыба В.П., Евтушенко С.И. - М. : Издательство АСВ, 2015.П.М.
2. Железобетонные конструкции. Примеры расчета [Электронный ресурс] : Справочное издание / Добромыслов А.Н. - М. : Издательство АСВ, 2012.
3. Железобетонные конструкции. Примеры расчета инженерных сооружений [Электронный ресурс] : Справочное пособие / Добромыслов А.Н. - М. : Издательство АСВ, 2012.

### **Дополнительная литература:**

1. Железобетонные и каменные конструкции [Электронный ресурс] : Учебник / О.Г. Кумпяк. - М. : Издательство АСВ, 2011
2. Основы теории упругости и пластичности [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Кожаринова Л.В. - М. : Издательство АСВ, 2010.
3. Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Петров В.В., Кривошеин И.В. - М. : Издательство АСВ, 2009
4. Плоскостные и пространственные конструкции покрытий зданий [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Под общей редакцией проф. И.И. Нигматова. - М. : Издательство АСВ, 2008.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы.

Программные комплексы LIRA, AutoCAD, SCAD и др.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Оборудование для практических занятий, средства вычислительной техники**

Практические занятия проводятся в компьютерном классе кафедры СК (лаб. 505-2; 12 компьютеров, 1 интерактивная доска, 1 проектор) с использованием специально разработанного программного обеспечения (SCAD, Мономах).



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратуры) программа подготовки «Теория и проектирование зданий и сооружений».

Рабочую программу составил профессор кафедры «Строительные конструкции»  
ВлГУ к.т.н.  Шишов И. И.

Рецензент: Директор ОАО «Владстройконструкция»  Зеленский О.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Строительных конструкций  
протокол № 1 от 05 сентября 2017 года.

Заведующий кафедрой СК  Рощина С.И.

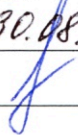
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 08.04.01 Строительство  
протокол № 1 от 07 сентября 2017 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ  Авдеев С.Н.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.16 года

Заведующий кафедрой СК  Роскина СВ

---

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой СК  Роскина СВ

---

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 13 от 04.06.18 года

Заведующий кафедрой СК  Роскина СВ

---