


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

  
И.Г. Овчинников  
д.т.н., профессор кафедры АДМ

«20» «сентябрь» 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Расчет покрытий аэродромов»**

<b>Научная специальность</b>	2.1.8 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Автомобильные дороги и мосты
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен:	Зачет: 3 Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Расчет покрытий аэродромов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области расчета покрытий аэродромов.

### **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Расчет покрытий аэродромов» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.1.8 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- методы исследования в области проектирования и строительства покрытий аэродромов;
- основы теории расчета и методы расчета покрытий аэродромов.

### **Уметь:**

- разрабатывать новые методы исследования в области проектирования и строительства покрытий аэродромов;
- рассчитывать прочность покрытий аэродромов, в зависимости от типа нагрузок и видов воздушных судов.

### **Владеть:**

- навыками применения существующих методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- навыками расчета покрытий аэродромов на динамические нагрузки, возникающие при приземлении и движении самолетов.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Общие сведения об аэродромных покрытиях

(ПЗ – 4, СР – 11)

Тема 1. Общие сведения об аэродромных покрытиях.

Классификация аэродромных покрытий. Область применения различных типов аэродромных покрытий. Конструктивные слои аэродромных покрытий. Требования, предъявляемые к аэродромным покрытиям.

Тема 2. Условия работы аэродромных покрытий.

Расчетные модели грунтовых оснований аэродромных покрытий. Изменение параметров прочности и деформативности грунтовых оснований в течение года. Модуль упругости и коэффициент постели грунта, их расчетные значения. Воздействие воздушных судов на аэродромные покрытия. Категории и параметры нормативных нагрузок. Нагрузки от колес воздушных судов. Определение одноколесной эквивалентной нагрузки. Повторяемость и динамичность воздействия нагрузок на отдельных участках аэродромных покрытий. Схемы деления аэродромных покрытий на характерные группы участков.

Раздел 2. Расчет прочности аэродромных покрытий в зависимости от типа нагрузок и видов воздушных судов.

(ПЗ – 28, СР – 46)

Тема 3. Аэродромные покрытия нежесткого типа.

Область применения. Требования к аэродромным покрытиям нежесткого типа. Критерии прочности покрытий нежесткого типа. Принципы конструирования покрытий нежесткого типа. Материалы, применяемые для конструирования покрытий нежесткого типа.

Тема 4. Расчет аэродромных покрытий нежесткого типа.

Современное состояние теории расчета аэродромных покрытий нежесткого типа. Решения, применяемые для определения напряжений и прогибов в конструктивных слоях аэродромных покрытий нежесткого типа. Эквивалентный модуль упругости многослойной конструкции покрытия нежесткого типа. Определение расчетных и предельных прогибов конструкции покрытия нежесткого типа от воздействия воздушных судов. Расчет сдвигающих напряжений, возникающих в асфальтобетоне от воздействия эксплуатационных нагрузок. Расчетные зависимости для определения растягивающих напряжений, возникающих в асфальтобетоне от воздействия воздушных судов. Расчет

нормальных и сдвигающих напряжений, возникающих в грунтовом основании аэродромного покрытия нежесткого типа. Учет интенсивности и состава движения воздушных судов. Расчет приведенной повторяемости нагрузок от спектра воздушных судов. Методы расчета аэродромных покрытий нежесткого типа, применяемые за рубежом.

Тема 5. Покрытия жесткого типа.

Область применения. Требования к аэродромным покрытиям жесткого типа. Критерии прочности покрытий жесткого типа. Принципы конструирования покрытий жесткого типа. Материалы, применяемые для конструирования покрытия жесткого типа.

Тема 6. Расчет аэродромных покрытий жесткого типа.

Современное состояние теории расчета аэродромных покрытий жесткого типа. Основные положения расчета плит, лежащих на упругом основании. Определение температурных напряжений в плитах цементобетонных покрытий. Расчет железобетонных покрытий. Расчет предварительно напряженных покрытий жесткого типа. Расчет непрерывно армированных бесшовных покрытий. Расчет нормальных и сдвигающих напряжений, возникающих в грунтовом основании от воздействия эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции покрытия. Расчет толщины упрочненных оснований под аэродромные покрытия жесткого типа. Расчет цементобетонных и армобетонных покрытий на прочность и морозоустойчивость. Определение статистического коэффициента условий работы цементобетонного покрытия. Расчет конструкции цементобетонного покрытия с заданным уровнем надежности. Вероятностный метод расчета конструкции цементобетонного покрытия. Методы расчета аэродромных покрытий жесткого типа, применяемые за рубежом.

Раздел 3. Оценка прочности аэродромных покрытий  
(СР – 12)

Тема 7. Испытания грунтовых оснований статическими нагрузками.

Организация и этапы испытаний. Оборудование для испытаний. Методика проведения испытаний. Интерпретация и оценка надежности результатов.

Тема 8. Испытания покрытий статической и динамической нагрузками.

Организация и этапы испытаний. Оборудование для испытаний. Методика проведения испытаний. Интерпретация и оценка надежности результатов

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Определение расчетных значений модуля упругости и коэффициента постели грунта	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
2	2	Определение воздействия воздушных судов на аэродромные покрытия	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
3	2	Схема деления аэродромного покрытия на группы участков	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.

4	3	Формирование пакета исходных данных для конструирования многослойных нежестких покрытий капитального и облегченного типов	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
5	3	Конструирование вариантов многослойных покрытий из асфальтобетона на различных видах оснований	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
6	4	Определение эквивалентного модуля упругости многослойной конструкции покрытия нежесткого типа.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
7	4	Определение расчетных и предельных прогибов конструкции покрытия нежесткого типа от воздействия воздушных судов.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
8	4	Расчет сдвигающих напряжений, возникающих в асфальтобетоне от воздействия эксплуатационных нагрузок.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
9	4	Расчет нормальных и сдвигающих напряжений, возникающих в грунтовом основании аэродромного покрытия нежесткого типа.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
10	4	Расчет приведенной повторяемости нагрузок от спектра воздушных судов.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
11	5	Формирование пакета исходных данных для конструирования жестких армированных и неармированных покрытий	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
12	5	Конструирование вариантов жестких покрытий на различных видах основания	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
13	6	Определение температурных напряжений в плитах цементобетонных покрытий.	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
14	6	Расчет железобетонных покрытий	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
15	6	Расчет цементобетонных и армобетонных покрытий на прочность и морозоустойчивость	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
16	6	Расчет конструкции цементобетонного покрытия с	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.

		заданным уровнем надежности.		
17	6	Определение статистического коэффициента условий работы цементобетонного покрытия	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий				
№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Классификация аэродромных покрытий. Область применения различных типов аэродромных покрытий.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
2	1	Конструктивные слои аэродромных покрытий. Требования, предъявляемые к аэродромным покрытиям.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
3	2	Расчетные модели грунтовых оснований аэродромных покрытий.	Собеседование	Темы творческих заданий
4	2	Изменение параметров прочности и деформативности грунтовых оснований в течение года.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
5	2	Категории и параметры нормативных нагрузок.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
6	2	Нагрузки от колес воздушных судов. Определение одноколесной эквивалентной нагрузки.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
7	2	Повторяемость и динамичность воздействия нагрузок на отдельных участках аэродромных покрытий.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
8	3	Требования к аэродромным покрытиям нежесткого типа. Критерии прочности покрытий нежесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
9	3	Принципы конструирования покрытий нежесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
10	3	Материалы, применяемые для конструирования покрытий нежесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
11	3	Формирование технического задания для конструирования многослойных нежестких покрытий капитального и	Творческое задание	Вопросы по теме дисциплины.

		облегченного типов		
12	4	Современное состояние теории расчета аэродромных покрытий нежесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
13	4	Решения, применяемые для определения напряжений и прогибов в конструктивных слоях аэродромных покрытий нежесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
14	4	Расчетные зависимости для определения растягивающих напряжений, возникающих в асфальтобетоне от воздействия воздушных судов.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
15	4	Учет интенсивности и состава движения воздушных судов.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
16	4	Методы расчета аэродромных покрытий нежесткого типа, применяемые за рубежом.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
17	5	Требования к аэродромным покрытиям жесткого типа. Критерии прочности покрытий жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
18	5	Принципы конструирования покрытий жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
19	5	Материалы, применяемые для конструирования покрытия жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
20	5	Формирование технического задания для конструирования жестких армированных и неармированных покрытий	Творческое задание	Темы творческих заданий
21	6	Современное состояние теории расчета аэродромных покрытий жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
22	6	Расчет предварительно напряженных покрытий жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
23	6	Расчет непрерывно армированных бесшовных покрытий.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
24	6	Расчет нормальных и сдвигающих напряжений, возникающих в грунтовом основании от воздействия эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции покрытия.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
25	6	Расчет толщины упрочненных оснований под аэродромные покрытия жесткого типа.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
26	6	Вероятностный метод расчета	Собеседование	Вопросы по теме

		конструкции цементобетонного покрытия.		дисциплины.
27	6	Методы расчета аэродромных покрытий жесткого типа, применяемые за рубежом.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
28	7	Организация и этапы испытаний грунтовых оснований статическими нагрузками.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
29	7	Оборудование для испытаний грунтовых оснований статическими нагрузками.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
30	7	Методика проведения испытаний грунтовых оснований статическими нагрузками. Интерпретация и оценка надежности результатов.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
31	8	Организация и этапы испытаний покрытий статической и динамической нагрузками.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
32	8	Оборудование для испытаний покрытий статической и динамической нагрузками.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.
33	8	Методика проведения испытаний покрытий статической и динамической нагрузками. Интерпретация и оценка надежности результатов.	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины.

#### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Расчет покрытий аэродромов» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

#### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

##### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре: местонахождение электронных изданий
---	---	---



1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	нет	
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов: учебник для вузов / Под ред. А.З. Шарца. – Москва: Машиностроение, 1985. – 335 с.	11
2	Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог: учебное пособие для вузов / Под ред. Г. И. Глушкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1994. – 349 с.	9
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Не предусмотрено.	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	СП 121.13330.2012 Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96	КонсультантПлюс
2	Нормы годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов (НГЭА СССР) – Л: Гидрометеиздат, 1992	КонсультантПлюс

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	18	Собственность	220
2	Лаборатория кафедры АДМ	1	Собственность	131

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### • Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачет по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

#### • Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

### 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

### 10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета по дисциплине «Расчет покрытий аэродромов» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

#### 10.1 Типовые творческие задания:

Сформировать пакет исходных данных для конструирования многослойных нежестких покрытий капитального типа

Сформировать пакет исходных данных для конструирования жесткого армированного покрытия

Сконструировать вариант многослойного покрытия из асфальтобетона

#### 10.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

Схема деления аэродромного покрытия на группы участков

Определение эквивалентного модуля упругости многослойной конструкции покрытия нежесткого типа.

Порядок расчета сдвигающих напряжений, возникающих в асфальтобетоне от воздействия эксплуатационных нагрузок.

Порядок расчета цементобетонных и армобетонных покрытий на прочность и морозостойчивость

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «Автомобильные дороги и мосты».

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГАОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Программа**  
Проектирование и строительство дорог,  
метрополитенов, аэродромов, мостов и  
транспортных тоннелей  
**Кафедра**  
Автомобильные дороги и мосты

«Расчет покрытий аэродромов»

**БИЛЕТ № 1**

1. Критерии прочности аэродромных покрытий нежесткого типа
2. Сформировать пакет исходных данных для конструирования жесткого армированного покрытия

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ г.

Фамилия И.О.

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		