

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.3	Устойчивость упругих систем

Код направления подготовки	15.04.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (магистерская программа)	Механика деформируемого твердого тела
Год начала подготовки	2015
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Профессор кафедры Сопротивления материалов	Кандидат техн. наук, доцент		Леонтьев А.Н.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сопротивления материалов:**

должность	подпись			ученая степень и звание, ФИО
Зав. кафедрой Сопротивления материалов				Доктор техн. наук, профессор Андреев Владимир Игоревич
Год обновления	2015	2016	2017	
Номер протокола	№ 1			
Дата заседания кафедры	31.08.2015			

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Леонтьев А.Н.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Устойчивость упругих систем» является получение будущим магистром необходимых знаний, а также приобретение навыков в области анализа работы и расчета конструкций, выполненных из различных материалов, на устойчивость с использованием аналитических методов и вычислительных комплексов.

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

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности	ОК-9	<b>Знает</b> теоретические основы и методы расчета реальных конструкций и их элементов на устойчивость.	З1
		<b>Умеет</b> определять критические нагрузки для стержневых систем.	У1
		<b>Имеет навыки</b> построения физико-механических, математических и компьютерных моделей для расчета на устойчивость,	Н1
способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии	ПК-1	<b>Умеет</b> грамотно составлять расчетную схему сооружения при расчетах на устойчивость.	У2
		<b>Имеет навыки</b> применения компьютерных технологий при определении критических нагрузок	Н2
способностью разрабатывать технико-экономические обоснования проектируемых машин и конструкций, составлять техническую документацию на проекты, их элементы и сборочные единицы	ПК-15	<b>Умеет</b> рационально сочетать аналитические методы механики деформируемого твердого тела и численные методы вычислительной механики.	У3
готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности	ПК-18	<b>Умеет</b> проводить расчеты конструкций и их элементов, выбирая наиболее рациональные методы решения и обеспечивая при этом необходимую прочность и жесткость конструкции.	У4

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Устойчивость упругих систем» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Устойчивость упругих систем» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения высшей математики, физики, технической механики, дисциплин: «Вычислительная механика и компьютерный

инжиниринг», «Современные проблемы в области прикладной механики», «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела».

*Требования к входным знаниям, умениям студентов*

Для освоения дисциплины «Устойчивость упругих систем» студент должен:

*Знать:*

- основы математического анализа и линейной алгебры,
- основы численных методов,
- современные средства вычислительной техники,
- методы решения задач расчета стержневых систем.

*Уметь:*

- использовать математический аппарат,
- работать на персональном компьютере,
- пользоваться основными офисными приложениями,
- применять при изучении курса знания, полученные по физике, сопротивлению материалов, теории упругости и строительной механике.

*Владеть:*

- приемами дифференцирования и интегрирования функций;
- навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов и оформления результатов расчета.

Дисциплины, для которых дисциплина «Устойчивость упругих систем» является предшествующей:

- «Механика контактного взаимодействия и разрушения»,
- «Основы механики композиционных материалов»,
- «Статистическая механика и теория надежности»,
- «Безопасность сооружений и сейсмостойкое строительство»,
- «Производственная преддипломная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 акад. часов.  
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.	2	1,2	2		4			7	
2	Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.	2	3,4	2		4			10	
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.	2	5,6	2		4		2	10	Выдача РГР – 6 неделя.
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.	2	7,8	2		4		2	10	
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.	2	9,10	2		4		2	10	
6	Устойчивость пластин и оболочек.	2	11-14	4		8		3	10	Защита РГР в форме контрольной работы – 12 неделя.
	<b>Итого:</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>28</b>		<b>9</b>	<b>57</b>	<b>РГР, Зачет</b>

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### 5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.	Основные понятия теории устойчивости. Потеря устойчивости I-ого и II-ого рода, критические силы. Степени свободы. Методы решения задач устойчивости: статический, энергетический, динамический. Энергетические критерии устойчивости. Метод Рэля-Ритца-Тимошенко.	2
2	Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.	Статический и энергетический методы определения критических сил систем с конечным числом степеней свободы.	2
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.	Применение энергетического метода к расчету на устойчивость стержней переменной жесткости и стержней с силами, приложенными по длине. Стержни в упругой среде.	2
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.	Дифференциальное уравнение сжато-изогнутого стержня и его решение в форме метода начальных параметров. Определение критических сил и форм потери устойчивости для стержней с разными граничными условиями. Деформационный расчет рам.	2
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.	Дифференциальное уравнение изгиба кругового стержня. Устойчивость круговых арок при радиальной нагрузке и различных граничных условиях. Устойчивость кольца. Устойчивость плоской формы изгиба.	2
6	Устойчивость пластин и оболочек.	Понятие о задаче устойчивости сжатых пластин и оболочек и методах их решения. Устойчивость шарнирно опертой прямоугольной пластины. Расчет с использованием современных программных комплексов.	4

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.	Расчет на устойчивость систем с одной степенью свободы статическим, энергетическим и динамическим методами. Примеры систем с упруго – податливыми и упруго – защемленными опорами. Определение жесткостей названных связей в случае, если они определяются из расчета статически определимых или статически неопределимых систем.	4
2	Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.	Расчет на устойчивость систем с несколькими степенями свободы. Решение задач статическим и энергетическим методом.	4
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.	Устойчивость стержней ступенчато переменной жесткости при действии ряда продольных сил.	4

		Способы задания уравнений упругой линии при потере устойчивости. Определение критических сил вариационным методом Ритца.	
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.	Пример расчета на устойчивость рамы с двумя неизвестными методом перемещений. Применение электронных таблиц Excel к расчету рам на устойчивость. Пример деформационного расчета рам, сравнение полученных результатов с расчетом без учета влияния продольных сил.	4
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.	Примеры расчета на устойчивость двухшарнирных и бесшарнирных арок кругового очертания при действии радиальной нагрузки при разных значениях центрального угла.	4
6	Устойчивость пластин и оболочек.	Примеры расчета на устойчивость шарнирно опертых прямоугольных пластин. Метод конечных элементов в устойчивости. Расчет с использованием современных программных комплексов.	8

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам  
(при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы и курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.	Определение критических сил для систем с одной степенью свободы статическим и энергетическим способами.	7
2	Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.	Определение критических сил для систем с двумя и тремя степенями свободы статическим и энергетическим способами.	10
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.	Расчет на устойчивость стержней ступенчато переменной жесткости при действии ряда продольных сил вариационным методом Ритца. Способы задания уравнений упругой линии при потере устойчивости.	10
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.	Получение таблицы специальных функций для расчета стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Выполнение РГР на тему «Расчет рамы на устойчивость методом перемещений и деформационный расчет рамы».	10
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.	Решение задач на тему устойчивости арок, колец и плоской формы изгиба.	10
6	Устойчивость пластин и оболочек.	Расчет на устойчивость пластин и оболочек с различными граничными условиями. Расчет на устойчивость с использованием современных программных комплексов.	10

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Устойчивость упругих систем» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Большое значение для активизации самостоятельной работы студентов имеет выполнение расчетно-графических работ (РГР) в аудитории под руководством преподавателя. Это – элемент обучения студента, преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации студенту.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебные материалы, указанные в разделе 8.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### *7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*					
	1	2	3	4	5	6
ОК-9	+	+	+	+	+	+
ПК-1			+	+	+	+
ПК-15				+	+	+
ПК-18				+	+	+

### *7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

### 7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		РГР	Контрольная работа	Зачет	
1	2	3	4	5	6
ОК-9	31	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+			+
ПК-1	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+		+
ПК-15	У3	+			+
ПК-18	У4	+	+		+
ИТОГО		+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена/Дифференцированного зачета

Учебным планом экзамен и дифференцированный зачет не предусмотрены.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы

Учебным планом курсовые работы и курсовые проекты не предусмотрены.

7.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Совершенно не знает теоретические основы и методы расчета реальных конструкций и их элементов на устойчивость.	Хорошо знает теоретические основы и методы расчета реальных конструкций и их элементов на устойчивость.
У1	Не умеет определять критические нагрузки для простейших стержневых систем, делает грубые ошибки.	Умеет определять критические нагрузки для простейших стержневых систем.
У2	Не может составить расчетную схему сооружения при расчетах на устойчивость.	Абсолютно правильно составляет расчетную схему сооружения при расчетах на устойчивость.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение и защита расчетно-графической работы.

*Назначение расчетно-графических работ.*

Расчетно-графические работы составляют часть самостоятельной работы студентов. Они состоят из нескольких задач и предназначены для закрепления учебного материала, излагаемого на лекциях и практических занятиях.

Расчетно-графические работы способствуют развитию у студентов навыков самостоятельного решения задач, поиску оптимальных решений, научного подхода к решению поставленных задач с привлечением INTERNET-ресурсов, умению пользоваться учебной и справочной литературой.

Расчетно-графическая работа выдается преподавателем, проводящим практические занятия в группе, индивидуально каждому студенту. Варианты работы могут быть также получены студентами через сайт кафедры.

*Защита расчетно-графической работы.*

Защита расчетно-графической работы проходит в виде письменной контрольной работы.

*Последовательность выполнения расчетно-графической работы:*

– проработка учебного материала по теме конкретной задачи по конспекту лекций и практических занятий, а также по учебнику, учебному пособию и методическим указаниям.

– решение задач, входящих в расчетно-графическую работу, на черновике с достаточно аккуратным его оформлением.

– проведение консультаций с преподавателем (1-3 консультации на каждую задачу – консультации проводятся во внеаудиторное время);

– исправление ошибок (если они имеются), указанных преподавателем во время консультаций.

– оформление расчетно-графической работы в виде пояснительной записки, содержащей расчетный и графический материал. Работа аккуратно оформляется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А-4;

– получение подписи преподавателя с указанием даты.

Ниже приведено содержание расчетно-графической работы.

*Расчетно – графическая работа:*

**«Расчет рамы на устойчивость методом перемещений и деформационный расчет рамы»**

Для варианта рамы, выданного преподавателем, при заданных геометрических размерах и нагрузках студент должен:

**1. Выполнить расчет рамы методом перемещений на поперечную нагрузку без учета действия продольных сил:**

- показать основную систему метода перемещений, построить единичные и грузовую эпюры;
- составить и решить систему канонических уравнений;
- построить эпюры внутренних усилий  $M$ ,  $Q$  и  $N$ ;
- определить опорные реакции; проверить равновесие рамы в целом;
- выполнить кинематическую проверку: определить перемещения рамы по направлению “временно установленных связей”.

**2. Выполнить расчет рамы методом перемещений на устойчивость при действии только продольных сил:**

- построить единичные эпюры с учетом действия продольных сил;

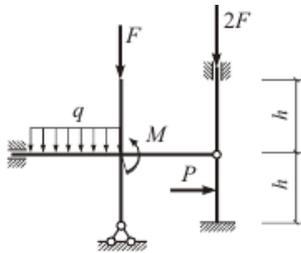
- определить коэффициенты системы канонических уравнений;
- составить необходимое уравнение и определить критическое значение сжимающей нагрузки  $F_{кр}$ ;
- построить эпюры изгибающих моментов, соответствующие форме потери устойчивости (факультативно);
- показать форму потери устойчивости.

**3. Выполнить деформационный расчет рамы методом перемещений на поперечную нагрузку с учетом действия продольных сил:**

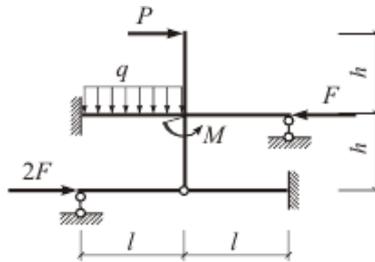
- полагая  $F = 0,5F_{кр}$ , построить единичные и грузовую эпюры с учетом действия продольных сил;
- составить и решить систему канонических уравнений;
- построить эпюру изгибающих моментов  $M$ ;
- сравнить полученные результаты с результатами расчета рамы методом перемещений без учета действия продольных сил (п. 1).

Типовые варианты задания для Расчетно-графической работы:

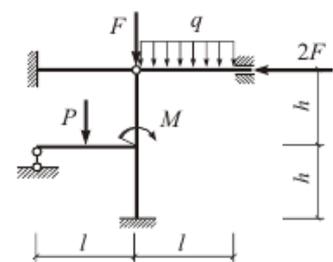
1.



2.



3.

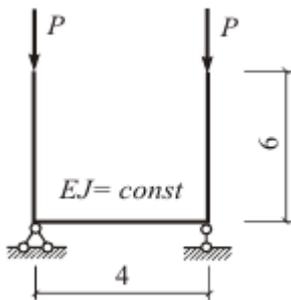


Защита РГР проводится в виде письменной контрольной работы.

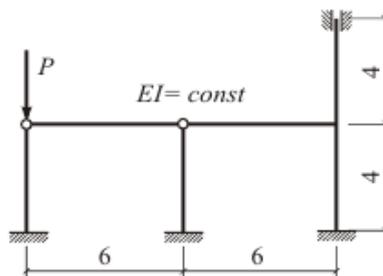
Типовые варианты задания для Контрольной работы:

**Определить величину критической силы для заданной стержневой системы:**

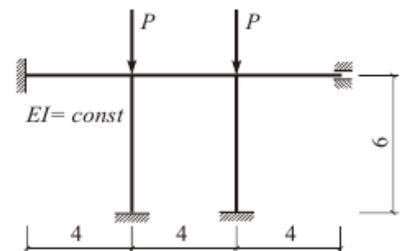
1.



2.



3.



**7.3.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в обучающихся в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце второго семестра в виде зачета и завершает изучение данной дисциплины.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

*Вопросы к зачету:*

1. Потеря устойчивости первого и второго рода.
2. Степень свободы в задачах устойчивости сооружений.

3. Методы решения задач устойчивости: статический, энергетический, динамический.
4. Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы. Статический метод определения критических сил.
5. Определение форм потери устойчивости на примере системы с двумя степенями свободы.
6. Энергетический критерий устойчивости. Методы Рэлея-Ритца-Тимошенко.
7. Применение метода Ритца для определения критических сил упругих стержней постоянной и переменной.
8. Применение метода Ритца для определения критических сил упругих стержней при наличии ряда сил.
9. Устойчивость стержня в упругой среде.
10. Дифференциальное уравнение сжато-изогнутого стержня
11. Решение в форме метода начальных параметров.
12. Определение критических сил для стержней с разными граничными условиями.
13. Расчет сжато – изогнутых стержней на смещения опор.
14. Получение таблиц специальных функций для расчёта систем на устойчивость.
15. Расчёт рам на устойчивость методом перемещений, допущения расчета.
16. Деформационный расчёт рам.
17. Устойчивость круговых арок с различными граничными условиями при радиальной нагрузке.
18. Устойчивость кольца при радиальной нагрузке.
19. Устойчивость плоской формы изгиба.
20. Понятие о задачах устойчивости сжатых пластин и методах их решения.
21. Устойчивость шарнирно опёртой прямоугольной пластины, сжатой в двух направлениях.
22. Устойчивость шарнирно опёртой прямоугольной пластины, сжатой в одном направлении.

*7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному зачету студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем по окончании зачета сдается преподавателю.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Результаты выполнения аттестационного испытания должны быть объявлены обучающимся в день его проведения и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после проведения.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Устойчивость упругих систем	Амосов, А. А. Теория упругой устойчивости стержневых систем, пластин и оболочек [Текст] : учебное пособие для вузов / А. А. Амосов, Р. М. Аль Малюль; Моск. гос. строит. ун-т ; [рец.: Н. В. Колькунов, Н. Н. Шапошников]. - Москва : МГСУ, 2010. - 96 с.	9	15
2	Устойчивость упругих систем	Ганджунцев, М. И. Основы динамики и устойчивости стержневых систем [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению 270800 "Строительство" / М. И. Ганджунцев, А. А. Петраков ; Моск. гос. строит. ун-т. - Москва : МГСУ, 2012. - 93 с	10	15
3	Устойчивость упругих систем	Васильков, Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 270800 - "Строительство" / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 255 с.	10	
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Устойчивость упругих систем	Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: АСВ, 1996. – 541 с.	1192	15
2	Устойчивость упругих систем	Дарков, А. В. Строительная механика [Текст] : учебник / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - Изд. 12-е, стереотип. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 655 с.	28	15

3	Устойчивость упругих систем	Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 400 с.	100	15
---	-----------------------------	--	-----	----

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>
Информационный предметный сайт	<a href="http://mysopromat.ru">mysopromat.ru</a>
Сайт кафедры	<a href="http://sopromat-mgsu.ru">sopromat-mgsu.ru</a>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветovým маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;

3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.

4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности записанного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по

вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости предполагается консультация с преподавателем.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

#### *11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты:

- консультации по конкретным вопросам,
- проверка решенных задач.

Использование кафедрального сайта:

- размещение заданий по РГР,
- размещение расписания консультаций,
- размещение типовых задач, вопросов к зачету.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.			
2	Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.		Слайд - презентация	80%
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.			
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.		Демонстрация программы в среде Excel	100%
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.			
6	Устойчивость пластин и оболочек.		Слайд - презентация	80%

#### *11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Введение. Основные понятия теории устойчивости.			
2	Устойчивость систем с		Microsoft Office	Open License

	конечным числом степеней свободы.			
3	Устойчивость стержней переменной жесткости.			
4	Расчет рам на устойчивость методом перемещений.		Microsoft Office	Open License
5	Устойчивость арок, колец, плоской формы изгиба.			
6	Устойчивость пластин и оболочек.		Microsoft Office	Open License

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Устойчивость упругих систем» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекция	Проектор/тип № 3, интерактивная доска IQBoard PS S100, компьютер/тип № 2.	104г УЛБ, Компьютерный класс №1.
2	Практическое занятие	Проектор/тип № 3, интерактивная доска IQBoard PS S100, компьютер/тип № 2.	104г УЛБ, Компьютерный класс №1.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программой высшего образования по направлению 15.04.03 «Прикладная механика».