

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.Б.7	Основы вариационного исчисления

Код направления подготовки	15.03.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (профиль)	Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов
Год начала подготовки	2013-2014
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Высшей математики	Кандидат физ.-мат. наук, доцент		Овчинцев Михаил Петрович

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики:

должность	подпись	ученая степень и звание, ФИО
Зав. кафедрой (руководитель подразделения)		Доктор тех. наук, Фриштер Людмила Юрьевна
год обновления	2015	
Номер протокола	№1	
Дата заседания кафедры (структурного подразделения)	31.08.2015	

Рабочая программа согласована:

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

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы вариационного исчисления» является ознакомление со стандартными методами вариационного исчисления, имея в виду их применение в решении прикладных задач.

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 выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	ОПК-3	Знает базовые понятия и теоремы вариационного исчисления, а также основные методы решения и исследования задач	З1
		Умеет определить возможности применения теоретических положений и методов вариационного исчисления для постановки и решения конкретных прикладных задач	У1
способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	ПК-2	Знает основные модели вариационного исчисления, а также область их практического применения	З2
готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой	ПК-3	Умеет формализовать в терминах дисциплины задачи как геометрического, так и аналитического характера	У2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям			

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

Дисциплина «Основы вариационного исчисления» относится к базовой части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению 15.03.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Основы вариационного исчисления» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплины "Высшая математика".

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения дисциплины «Основы вариационного исчисления» студент должен:

Знать: фундаментальные основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений и владеть элементами функционального анализа.

Уметь: вычислять частные производные, неопределенные интегралы и решать системы алгебраических уравнений.

Владеть: методами дифференцирования и интегрирования функции, а также методами решения дифференциальных уравнений.

Дисциплины, для которых дисциплина «Основы вариационного исчисления» является предшествующей:

«Численные модели работы сооружений»

«Вариационные и численные методы строительной механики»

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 зачетных единиц 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)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Контактная работа с обучающимися				Самостоятельная работа			
				Лекции	Практико-ориентированные занятия						КСР
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР				
1	Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения.	5	1-9	18		10		12	10	КР 1 (9 неделя)	
2.	Вариационная задача с подвижными концами и смежные проблемы.	5	10-18	18		8		15	17	КР 2 (18 неделя)	
	ИТОГО:	5	18	36		18		27	27	Экзамен	

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	Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения.	1.1. Типичные задачи вариационного исчисления: Задача о брахистохроне, задача о минимальной поверхности вращения, задача о геодезических линиях, задача Дидоны. 1.2. – 1.3. Основные понятия вариационного исчисления: Расстояние между кривыми, функционал, линейный функционал, вариация функционала, необходимое условие экстремума функционала, основная лемма вариационного исчисления. 1.4. – 1.5. Простейшая задача вариационного исчисления: Простейшая задача вариационного	18

		<p>исчисления. Уравнение Эйлера. Экстремали. Некоторые простейшие случаи уравнения Эйлера.</p> <p>1.6. – 1.7. Вариационная задача для функционала, зависящего от производных высших порядков: Функционалы с производными высшего порядка. Уравнение Эйлера-Пуассона.</p> <p>1.8. – 1.9. Функционалы, зависящие от нескольких функций одного аргумента и зависящие от функций нескольких переменных: Функционалы от нескольких функций. Система уравнений Эйлера. Экстремали. Функционалы от функций многих переменных. Уравнение Остроградского.</p>	
2	Вариационная задача с подвижными концами и смежные проблемы.	<p>2.1. – 2.2. Вариационная задача с подвижными концами: Вариационные задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности.</p> <p>2.3. – 2.4. Экстремали с угловыми точками: Экстремали с угловыми точками. Задача об отражении. Условия отражения. Задача о преломлении экстремалей. Условия преломления. Условия Вейерштрасса-Эрдмана.</p> <p>2.5. – 2.6. Изопериметрические задачи: Задачи на условный экстремум. Дифференциальные и интегральные связи. Изопериметрическая задача. Необходимые условия в изопериметрической задаче. Функция Лагранжа.</p> <p>2.7. – 2.9. Прямые методы в вариационном исчислении: Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича. Метод Галеркина.</p>	18

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	Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения.	<p>1.1. Основные понятия вариационного исчисления, вариация функционала: Расстояние между кривыми. Классы функций. Функционал. Линейный функционал. Нормированные пространства. Вариация функций. Вариация функционала. Другое определение вариации функционала.</p> <p>1.2. Вариационные задачи с фиксированными</p>	10

		<p>границами, уравнения Эйлера: Простейшая задача вариационного исчисления. Граничные условия. Уравнение Эйлера. Экстремаль.</p> <p>1.3. Некоторые простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера: Присутствует только производная. Присутствует переменная x и производная. Присутствуют только функция и производная. Задача о наименьшей поверхности вращения. Задача о брахистохроне.</p> <p>1.4. Понятие о достаточном условии точки экстремума. Функционалы, зависящие от производных второго порядка: Достаточные условия Лежандра. Функционалы, зависящие от производных второго порядка. Уравнение Эйлера-Пуассона.</p> <p>1.5. Контрольная работа.</p>	
2	Вариационная задача с подвижными концами и смежные проблемы.	<p>2.1. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных. Вариационная задача с подвижными концами: Функционалы, содержащие несколько функций. Граничные условия. Необходимое условие экстремума. Функционалы, зависящие от функций двух переменных. Уравнение Остроградского. Экстремаль. Изучается задача, когда левый конец – неподвижный, а правый – подвижный. Условие трансверсальности.</p> <p>2.2. Экстремали с угловыми точками: Задача об отражении экстремалей. Условие отражения. Физический смысл условия отражения. Задача о преломлении экстремалей. Условие преломления. Физический смысл условия преломления. Условия Вейерштрасса-Эрдмана.</p> <p>2.3. Изопериметрические задачи. Прямые методы в вариационном исчислении: Изопериметрическая задача. Функция Лагранжа. Принцип взаимности. Конечно-разностный метод Эйлера, методы Рунге, Канторовича, Галеркина.</p> <p>2.4. Контрольная работа.</p>	8

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

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
-------	--	-------------------	--------------------

1	Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к контрольной работе №1.	10
2	Вариационная задача с подвижными концами и смежные проблемы.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к контрольной работе №2. Подготовка к экзамену.	17

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 по дисциплине. 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 «Основы вариационного исчисления» 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 бакалавров.

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.

Вопросы для самоконтроля по теме «Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения.»:

1. Определение экстремали.
2. Суть задачи о брахистахроне.
3. Обобщение уравнения Эйлера-Пуассона.
4. Нахождение экстремума функционала от нескольких функций.

Вопросы для самоконтроля по теме «Вариационная задача с подвижными концами и смежные проблемы.»:

1. Постановка задачи с подвижными границами.
2. Формулировка условия трансверсальности.
3. Применение условий Вейерштрасса-Эрдмана.
4. Нахождение экстремали в изопериметрической задаче.

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.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче экзамена или 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.

Для подготовки к написанию контрольной работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях, затем приступить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, 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
ОПК-3	+	+
ПК-2	+	+
ПК-3	+	+

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	
		Контрольная работа 1	Контрольная работа 2		
1	2	3	4	5	6

ОПК-3	31		+	+	+
	У1	+		+	+
ПК-2	32	+	+	+	+
ПК-3	У2	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

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

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий и теорем вариационного исчисления, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных базовых понятий и теорем вариационного исчисления, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.	Обучающийся твердо знает базовые понятия и теоремы вариационного исчисления, грамотно и по существу их излагает, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	Базовые понятия и теоремы вариационного исчисления освоены полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал.
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач вариационного исчисления, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач линейной вариационного исчисления. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в	Обучающийся твердо знает алгоритмические приёмы решения стандартных задач вариационного исчисления, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические приёмы решения стандартных задач вариационного исчисления, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий,

		решении.		использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение.
32	Обучающийся не может увязывать теорию с практикой.	Обучающийся имеет знания только по некоторым основным моделям вариационного исчисления, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.	Обучающийся правильно применяет модели вариационного исчисления при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил основные модели вариационного исчисления, а также область их практического применения, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами.
У2	Обучающийся не может формализовать задачи геометрического и аналитического характера.	Обучающийся в основном может формализовать задачи геометрического и аналитического характера, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся может формализовать задачи геометрического и аналитического характера.	Обучающийся может точно формализовать задачи геометрического и аналитического характера, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.

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

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

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

Учебным планом Зачет не предусмотрен.

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 контрольных работ. Может быть использовано компьютерное тестирование.

Контрольная работа «Найти расстояние между кривыми, найти вариацию функционала и найти экстремумы функционалов». (КР1)

Примерный вариант.

1. Найти расстояние между кривыми: $y_1 = x$, $y_2 = x^2$ $x \in [0,1]$.

2. Найдите вариацию функционала: $J[y] = \int_1^3 \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) dx$

3. Найдите экстремаль: $J[y] = \int_0^1 ((y')^2 - 2y) dx$ $y(0) = 0$
 $y(1) = -\frac{1}{2}$

4. Найдите экстремаль: $J[y] = \int_0^1 (x^2 y - (y'')^2) dx$

$$J[y, z] = \int_0^2 ((y')^2 + (z')^2 + y + z) dx$$

5. Найдите экстремаль:

Контрольная работа «Экстремум функционала, зависящих от функции двух переменных, задача с подвижными границами, экстремали с условными точками, изопериметрические задачи» (КР2).

Примерный вариант.

1. Написать уравнение Остроградского:

$$J[z(x, y)] = \iint_D \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2 \right] dx dy$$

2. Найдите кратчайшее расстояние от точки $A(0;1)$ до параболы $y = x^2$.

3. Найти ломаные экстремали функционала:

$$J[y] = \int_0^2 [(y')^4 - 6(y')^2] dx \quad y(0) = 0, \\ y(2) = 0.$$

4. Найти минимум функционала

$$J[y] = \int_0^{\pi} (y'(x))^2 dx$$

при условии

$$\int_0^{\pi} y^2(x) dx = 1, \quad y(0) = y(\pi) = 0$$

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде письменного экзамена в 5 семестре. Он включает в себя теоретические вопросы и решение задач по всему курсу «Основы вариационного исчисления». Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВПО «МГСУ».

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

Вопросы к экзамену за 5 семестр.

1. Расстояние между кривыми нулевого и первого порядка. Расстояние $n^{\text{го}}$ порядка между кривыми.
2. Линейное пространство. Нормированное линейное пространство.
3. Основные леммы вариационного исчисления.
4. Функционал. Линейный функционал.
5. Сильная ϵ -окрестность, слабая ϵ -окрестность. Сильный (слабый) экстремум функционала.
6. Вариация функции. Приращение функционала. Дифференциал Фреше (вариация функционала).
7. Дифференциал Гато. Связь между дифференциалом Фреше и Гато.
8. Интегральный функционал. Вариация интегрального функционала.
9. Необходимое условие экстремума функционала.
10. Простейшая задача вариационного исчисления. Граничные условия. Уравнение Эйлера. Экстремаль.
11. Частные простейшие случаи уравнения Эйлера.
12. Функционалы с производными высшего порядка. Граничные условия. Уравнение Эйлера-Пуассона. Экстремаль.
13. Функционалы от нескольких функций. Необходимые условия экстремума функционала. Системы уравнений Эйлера. Экстремали.
14. Функционалы от функций многих переменных. Уравнение Остроградского. Экстремаль.
15. Задача с подвижными границами (левый конец закреплен). Условие трансверсальности.
16. Экстремали с угловыми точками. Задача об отражении экстремалей. Условие отражения.
17. Задача о преломлении экстремалей. Условие преломления. Условие Вейерштрасса-Эрдмана.
18. Задачи на условный экстремум. Необходимые условия в изопериметрической задаче. Функция Лагранжа.
19. Принцип взаимности в изопериметрических задачах.
20. Прямые методы в вариационных задачах.
21. Конечно-разностный метод Эйлера. Метод Рунге.
22. Метод Канторовича. Метод Галеркина.

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 ФГБОУ ВПО «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 экзамена в письменной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным).
Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к письменному экзамену экзаменуемый ведет записи в листе письменного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

При проведении письменного экзамена экзаменационный билет и задачу выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

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

Оценка результатов письменного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его 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 МГСУ				
1	Основы вариационного исчисления	"Краснов, М. Л. Вариационное исчисление. Задачи и примеры с подробными решениями [Текст] : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / М. Л. Краснов, Г. И. Макаренко, А. И. Киселев . - Изд. 3-е, испр. - Москва : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. - 168 с."	10	30
2	Основы вариационного исчисления	"Овчинцев, М. П. Вариационное исчисление в строительном университете [Текст] : учебное пособие для вузов / М. П. Овчинцев, В. С. Ленев ; Моск. гос. строит. ун-т. - Москва : МГСУ, 2010. - 79 с."	36	30
3	Основы вариационного исчисления	"Пантелеев, А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах [Текст] : [учебное пособие] / А. В. Пантелеев. - Москва : Вузовская книга, 2012. - 227 с."	10	30
<i>Дополнительная литература:</i>				
НТБ МГСУ				

Основы вариационного исчисления	Моклячук, М.П. Вариационное исчисление [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Моклячук М.П.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2013. http://www.iprbookshop.ru/16495.html	Электронный ресурс	30
---------------------------------	---	--------------------	----

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	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

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 цветным 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 изложенного. 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 допускается консультация с преподавателем.

При подготовке к экзамену (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

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

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

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

Учебные занятия по дисциплине «Основы вариационного исчисления» 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	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 15.03.03 «Прикладная механика»