

**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)
С2.В.ДВ.1.2	Уравнения математической физики

Код направления подготовки	23.05.01
Направление подготовки	Наземные транспортно-технологические средства
Наименование ОПОП (профиль)	Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование
Год начала подготовки	2013-2014
Уровень образования	специалитет
Форма обучения	Очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
зав. кафедрой высшей математики	доктор тех. наук,		Фриштер Людмила Юрьевна

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики:**

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой высшей математики			Доктор тех. наук, Фриштер Людмила Юрьевна	
год обновления	2015	2016		
Номер протокола	№1			
Дата заседания кафедры высшей математики	31.08.2015			

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель МК	Густов Д.Ю.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Уравнения математической физики» является: получение знаний, необходимых для изучения других дисциплин и для решения задач прикладной направленности; развитие математической культуры; понимание роли математического образования в профессиональной деятельности.

### 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 самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций	ОК-8	<b>Знает</b> как самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	З1
		<b>Умеет</b> самостоятельно или в составе группы вести научный поиск	У1
		<b>Имеет навыки</b> вести научный поиск.	Н1
способностью на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	ПК-4	<b>Знает</b> как с помощью информационных технологий разрабатывать конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	З2
		<b>Умеет</b> правильно использовать математический аппарат для разработки технической документации.	У2
		<b>Имеет</b> навыки владения основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профессиональной направленности.	Н2

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

Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла и является дисциплиной по выбору студента. Дисциплина изучается после освоения дисциплин физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, термодинамика и теплопередача и является предшествующей дисциплине «Машины для земляных работ», «Строительные краны».

*Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов.*

Для освоения дисциплины «Уравнения математической физики» студент должен:

- знать:  
фундаментальные основы векторной и линейной алгебры, математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений;
- уметь:  
применять методы дифференциального и интегрального исчисления к решению задач;
- владеть:  
методами решения и исследования обыкновенных дифференциальных уравнений.

**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.

*Структура дисциплины:*

№ 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	Задача Штурма-Лиувилля.	5	1,2	4		2		2	9	КР (3 неделя)
2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	5	3,4	4		2		2	9	
3	Волновое уравнение.	5	5-9	10		5		2	9	РГР (16 неделя)
4	Уравнение теплопроводности	5	10-14	10		5		1	9	

	и.								
5	Уравнение Лапласа.		15-18	8		4		2	9
	<b>ИТОГО:</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>18</b>		<b>9</b>	<b>45</b>
									Зачет

**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 (темы)	Содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Задача Штурма-Лиувилля.	Краевые задачи для обыкновенных линейных уравнений второго порядка. Постановка задачи. Краевая задача для однородного дифференциального уравнения $y'' + \lambda y = 0$ с однородными краевыми условиями. Определение собственных значений и собственных функций. Решение краевой задачи. Свойства собственных значений и собственных функций. Разложение функции в ортогональный ряд по собственным функциям.	4
2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	Определение дифференциального уравнения с частными производными, его порядка и решения. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка для функции двух независимых переменных, однородные и неоднородные. Уравнения математической физики. Классификация уравнений. Свойства решений однородных линейных уравнений. Канонический вид уравнений математической физики: волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа.	4
3	Волновое уравнение.	Вывод уравнения свободных колебаний струны. Уравнение колебаний (волновое уравнение). Начальные и краевые условия. Решение задачи о колебаниях струны с закрепленными концами методом Фурье. Задачи о продольных колебаниях стержня и о крутильных колебаниях вала, приводящие к волновому уравнению. Начальные условия, краевые условия, их физический смысл и запись в математической форме. Решение задачи с однородными краевыми условиями методом Фурье.	10
4	Уравнение теплопроводности.	Задачи, приводящие к уравнению теплопроводности. Задача о распространении тепла в конечном стержне. Вывод уравнения теплопроводности. Начальные условия. Различные типы краевых условий, их физический смысл. Решение задачи методом Фурье. Переход от неоднородных краевых условий к однородным в задаче о распределении температуры в конечном стержне. Процессы диффузии и фильтрации и их связь с уравнением теплопроводности. Уравнение теплопроводности на плоскости и в пространстве.	10

5	Уравнение Лапласа.	Стационарное распределение температуры на плоскости и в пространстве. Задача Дирихле для плоской области. Граничные условия. Стационарное распределение температуры в конечном стержне. Уравнение Лапласа в полярных координатах. Решение задачи Дирихле для круга методом Фурье.	8
---	--------------------	---	---

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом не предусмотрен.

### 5.3. Перечень практических занятий

№	Наименование темы занятия	Содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Задача Штурма-Лиувилля.	Нахождение собственных значений и собственных функций краевой задачи для однородного линейного дифференциального уравнения второго порядка с однородными краевыми условиями. Проверка ортогональности собственных функций. Разложение функции в ортогональный ряд по собственным функциям. <i>Контрольная работа (КР) «Краевые задачи».</i>	2
2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	Уравнения математической физики. Классификация уравнений. Свойства решений однородных линейных уравнений. Канонический вид уравнений математической физики: волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа.	2
3	Волновое уравнение.	Решение методом Фурье задачи о свободных колебаниях струны. Метод Фурье для задачи о продольных колебаниях стержня. <i>Выдача РГР «Метод Фурье для уравнений математической физики».</i>	5
4	Уравнение теплопроводности.	Задача о распределении тепла в конечном стержне с однородными краевыми условиями. Задача с неоднородными краевыми условиями.	5
5	Уравнение Лапласа.	Стационарное распределение температуры в тонкой однородной пластинке. Решение задачи Дирихле для круга методом Фурье.	4

### 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 (темы)	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы студента.	Кол-во акад. часов
1	Задача Штурма-Лиувилля.	1) Решение краевых задач с различными краевыми условиями; 2) Подготовка к Контрольной работе (КР).	9
2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	Изучение теоретического материала.	9
3	Волновое уравнение.	1) Изучение теоретического материала, освоение метода Фурье; 2) Выполнение РГР.	9
4	Уравнение теплопроводности.	1) Освоение метода Фурье для уравнения параболического типа; 2) Выполнение РГР.	9
5	Уравнение Лапласа.	1) Метод Фурье в задачах о стационарном распределении температуры; 2) Выполнение РГР; 3) Подготовка к зачету.	9

#### **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 заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Математика (специальные главы: элементы матричного исчисления, дифференциальные уравнения)» 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.

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.

## 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
ОК-8	+	+	+	+	+
ПК-4	+	+	+	+	+

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	Расчетно-графическая работы		
1	2	3	4	5	6
ОК-8	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-4	З2	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

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

Зачет с оценкой учебным планом не предусмотрен

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*

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Не знает как самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Знает как самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания
У1	Не умеет самостоятельно или в составе группы вести научный поиск	Умеет самостоятельно или в составе группы вести научный поиск
Н1	Не имеет навыки вести научный поиск.	Имеет навыки вести научный поиск.
32	Не знает как с помощью информационных технологий разрабатывать конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	Знает как с помощью информационных технологий разрабатывать конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования
У2	Не умеет правильно использовать математический аппарат для разработки технической документации.	Умеет правильно использовать математический аппарат для разработки технической документации.
Н2	Не имеет навыки владения основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профессиональной направленности.	Имеет навыки владения основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профессиональной направленности.

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

Формы текущего контроля:

- 1) Контрольная работы «Краевые задачи» проводится в письменной форме на



аудиторных занятиях.

2) Проверка и защита РГР «Метод Фурье для уравнений математической физики». Защита проводится в форме собеседования. Студент объясняет решение задач, входящих в РГР, отвечает на теоретический вопрос, относящийся к конкретной задаче, выполняет элементы решения некоторых задач.

Содержание контрольной работы и расчетно-графической работы:

Контрольная работа содержит краевую задачу с однородными краевыми условиями для уравнения  $y'' + \lambda y = 0$ . Необходимо найти собственные значения, собственные функции и проверить ортогональность собственных функций.

РГР содержит следующие задания:

- 1) вывод одного из уравнений математической физики.
- 2) анализ краевых и начальных условий, запись этих условий в математической форме.
- 3) решение методом Фурье задачи с однородными краевыми условиями.  
приближенное вычисление значения полученного решения при конкретных значениях независимых переменных.

### 7.3.2. Промежуточная аттестация.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета без оценки в 5 семестре. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

#### *Вопросы к зачету без оценки (5 семестр)*

1. Постановка краевой задачи. Однородные краевые условия. Определение собственных значений и собственных функций краевой задачи, их свойства.
2. Дифференциальные уравнения с частными производными, определение уравнения, его порядка, решения
3. Линейные дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка для функции двух независимых переменных, однородные и неоднородные, их вид, классификация, свойства решений однородных уравнений.
4. Канонический вид уравнений математической физики, их классификация.
5. Волновое уравнение, его физический смысл, краевые и начальные условия, их физический смысл
6. Уравнение теплопроводности, его физический смысл. Виды краевых условий, начальное условие, их физический смысл.
7. Уравнения Лапласа, его связь со стационарными распределениями температуры. Постановка задачи Дирихле.
8. Метод Фурье для задач с однородными краевыми условиями.  
Переход от неоднородных краевых условий к однородным (на примере уравнения теплопроводности).

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 ВО НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные практические 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 40 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.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в форме, форме компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их 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>				
ЭБС АСВ				
1	Уравнения математической физики	Ильин А.М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ильин А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 192 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/12889">http://www.iprbookshop.ru/12889</a>	25
2	Уравнения математической физики	Соболева Е.С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики [Электронный ресурс]/ Соболева Е.С., Фатеева Г.М.— Электрон.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/24697">http://www.iprbookshop.ru/24697</a>	25

		текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 95 с.		
3	Уравнения математической физики	Сабитов К.Б. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]/ Сабитов К.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 352 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/24438">http://www.iprbookshop.ru/24438</a>	25
4	Уравнения математической физики	Крупин В.Г. Высшая математика. Уравнения математической физики. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крупин В.Г., Павлов А.Л., Попов Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 352 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/33195">http://www.iprbookshop.ru/33195</a> .	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
	Уравнения математической физики	Сабитов К.Б., М., Уравнения математической физики «Высшая школа» 2003г.	20	25
	Уравнения математической физики	Арефьев В. Н., Уравнения с частными производными . М., МГСУ, 2009г.	6	25
	Уравнения математической физики	Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики М., Наука, 1969г.	5	25

**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 МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</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, выделение цветовым 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 вносятся 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.

## **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*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Задача Штурма-Лиувилля.	Краевая задача для однородного дифференциального уравнения	тестирование	60%
2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	Основные понятия	тестирование	60%

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Задача Штурма-Лиувилля.	Решение краевой задачи.	Microsoft Windows (актуальная версия);	Open License

2	Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.	Уравнения математической физики. Классификация уравнений.	Microsoft Windows (актуальная версия);	Open License
3	Волновое уравнение.	Решение задачи с однородными краевыми условиями методом Фурье.	Microsoft Windows (актуальная версия);	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 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):

Для проведения отдельных лекционных занятий рекомендуется аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием.

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции.	Стационарные/мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория 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 и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению /специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»