

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Горбунов Алексей Александрович
Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе
Дата подписания: 27.08.2024 15:56:48
Уникальный программный ключ:
286e49ee1471d400cc1545539d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

**Бакалавриат по направлению подготовки
27.03.03 Системный анализ и управление**

**направленность (профиль) «Системный анализ и управление в
организационно-технических системах»**

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

- формирование у обучающихся необходимых общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-7	Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов
ОПК-8	Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний

Задача дисциплины:

- формирование комплекса знаний по определению сил, возникающих при взаимодействии материальных тел, составляющих механическую систему, определение характеристик движения тел и их точек в различных системах отсчета, определение законов движения материальных тел при действии сил.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-7.1. Применяет методы вычислительной математики для анализа моделей и решения научных и технических задач	Обучающийся должен знать: - условия равновесия материальных тел под действием сил; - общие геометрические свойства движения тел; - общие законы динамики материальной точки и механической системы. Уметь: - производить переход от реальных конструкций к расчетным схемам и математическим моделям. Владеть: - аналитическими и численными методами исследования механической системы.

<p>ОПК-7.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования</p>	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - задачи статики; - способы задания движения точки; - задачи динамики материальной точки; - элементы аналитической механики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять уравнения равновесия твердого тела; - вычислять скорости и ускорения точек твердого тела при различных видах движения; - решать прямую и обратную задачи динамики материальной точки; - составлять уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными методами постановки, исследования и решения задач механики.
<p>ОПК-8.1. Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественнонаучных дисциплин и использует их в профессиональной деятельности.</p>	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аксиомы статики; - кинематические характеристики движения точки при различных способах задания движения; - общие теоремы динамики материальной точки. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять кинематические параметры точки; - составлять дифференциальные уравнения движения механической системы. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками нахождения реакций связей в покоящейся системе твердых тел; - навыками определения сил, действующих на механическую систему при её движении.
<p>ОПК-8.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования</p>	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - условия равновесия материальных тел; - кинематические параметры твердого тела; - динамические характеристики механической системы. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать практические задачи на расчёт балок и плоских ферм; - определять значения скоростей и ускорений точек твердого тела при различных видах движения. - определять зависимости между кинематическими характеристиками и углами поворотов вращающегося ротора в механизме. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подбором рациональных технических решений для механических систем.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» (профиль «Системный анализ и управление в организационно-технических системах»).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72		72
Контактная работа, в том числе:		36		36
Аудиторные занятия				
Лекции (Л)		16		16
Практические занятия (ПЗ)		16		20
Семинарские занятия (СЗ)				
Лабораторные работы (ЛР)				
Самостоятельная работа (СРС)		36		36
Зачет		+		+

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

для очной формы обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная Работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Статика.		4	4			10

2	Тема 2. Кинематика.		4	2			8
3	Тема 3 Динамика.		8	14			18
Зачет							
Итого по дисциплине		72	16	20			36

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся: очной формы обучения

Тема №1 Статика

Лекции. Предмет теоретической механики. Элементы статики. Основные понятия статики. Система сходящихся сил. Связи. Реакции связей

Произвольная плоская система сил. Центр тяжести. Теория пар. Пара сил. Теорема о переносе пар сил в параллельных плоскостях. Момент пары сил как вектор. Сложение пар сил лежащих в одной плоскости. Теорема о параллельном переносе сил (метод Пуансо). Приведение системы сил к произвольно выбранному центру (основная теорема статики). Аналитические условия равновесия произвольной системы сил. Три формы записи условий равновесия системы сил.

Практические занятия. Определение реакций связей (опор) в элементах конструкций. Система сил. Аналитические условия равновесия произвольной системы сил. Уравнения равновесия системы сил на плоскости. Решение задач.

Методика выполнения расчетно-графической работы «Определение центра тяжести твердого тела». Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела и его координаты. Решение задач на определение координат центра тяжести твердого тела и плоской фигуры

Самостоятельная работа. Геометрический способ сложения сил. Правило параллелограмма, теорема о трёх силах. Проекция силы на ось и плоскость. Аналитический способ задания и сложения сил. Внешние и внутренние силы.

Методы расчета. Метод вырезания узлов. Метод Риттера.

Решение задач на определение реакций связей. Уравнения равновесия механической системы.

Самостоятельное выполнение расчетно-графической работы «Определение центра тяжести твердого тела».

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

Тема №2 Кинематика

Лекции. Кинематика точки.

Основные положения и определения кинематики. Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Скорость и ускорение точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Касательное и нормальное ускорения точки.

Кинематика твердого тела. Простейшие движения твердого тела: поступательное, вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Понятие об абсолютно твердом теле. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Разложение движения тела на поступательное и вращательное движения вокруг полюса. Способы задания движения.

Практическое занятие. Определение скоростей и ускорений при плоскопараллельном движении (решение задач).

Уравнения движения. Скорости точек тела. Мгновенный центр скоростей. Ускорения точек тела. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки (сферическое движение).

Самостоятельная работа. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Правило Жуковского.

Сложение поступательных движений. Сложение вращательных движений. Сложение поступательного и вращательного движений.

Решение задач на определение скоростей точек при плоском движении, выданных преподавателем.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

Тема №3 Динамика

Лекции. Законы и аксиомы динамики материальной точки.

Введение в динамику. Основное уравнение динамики. Дифференциальные и естественные уравнения движения. Две основные задачи динамики.

Работа, мощность силы. Кинетическая энергия. Работа силы, приложенной к материальной точке. Кинетическая энергия. Динамика механической системы.

Аналитическая механика. Обобщенные координаты системы. Уравнения связей. Принцип возможных перемещений. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Кинетический потенциал.

Малые колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы. Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания механической системы с одной степенью свободы.

Практические занятия. Решение задач динамики точки. Дифференциальные уравнения движения точки. Решение первой задачи динамики. Решение основной задачи динамики

Расчетно-графическая работа по теме «Определение траектории полета материальной точки».

Определение кинематических характеристик механической системы. Общее уравнение динамики. Решение задач на применение уравнения Лагранжа II рода.

Динамика свободной материальной точки. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки. Свободное падение тела без учёта сопротивления воздуха. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Элементарная теория удара. Явление удара. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.

Самостоятельная работа. Количество движения точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки Теорема об изменении момента количества движения точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.

Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки. Затухающие колебания материальной точки. Вынужденные колебания материальной точки.

Момент инерции материальной точки относительно оси. Момент инерции твёрдого тела относительно оси. Момент инерции однородного стержня, однородного сплошного цилиндра, тонкого цилиндра.

Самостоятельное выполнение расчетно-графической работы «Определение траектории полета материальной точки».

Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Работа внутренних сил. Механический коэффициент полезного действия машины.

Понятие сил инерции. Принцип Даламбера для материальной точки.

Возможные перемещения системы. Использование принципа возможных перемещений по определению реакций связей. Применение принципа возможных перемещений к простейшим машинам.

Понятие гироскопа. Гироскопический эффект. Гироскопы с двумя и тремя степенями свободы. Гироскопический момент.

Уравнение Мещерского. Формула Циолковского. Понятие о траекториях искусственных спутниках земли.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются такие виды занятий: лекции и практические занятия, лабораторные работы.

Лекция

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Практические занятия

Практическое занятие проводится в целях: выработки практических умений и приобретения навыков, закрепления пройденного материала по соответствующей теме дисциплины. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и за-

крепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

6 Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, тестирования, отчетов по лабораторным работам, написания расчетно-графических работ.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Устный опрос проводится в начале практического занятия. Продолжительность опроса до 10 минут. При проведении опроса используются вопросы, рассмотренные на предыдущем практическом занятии (лекции), в ходе опроса определяется степень усвоения пройденного материала. Опрос проводится таким образом, чтобы охватить максимальное количество обучающихся в установленный период времени. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Тестирование проводится в письменном виде, в начале практического занятия. Продолжительность тестирования до 15 минут. При проведении опроса используются индивидуальные задания, состоящие из пяти вопросов с вариантами ответов. В задания включаются вопросы по наиболее сложным темам, а также вопросы содержащие графическую часть. В ходе тестирования определяется степень усвоения пройденного материала. Тестирование проводится со 100 % охватом обучающихся. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Типовые (примерные) задания для тестирования:

1. Механическое движение это:
 - а. изменение с течением временем закона движения точки
 - б. изменение с течением времени положения материальных тел относительно друг друга;
 - в. изменение с течением времени материального тела в пространстве;
 - г. изменение с течением времени координат материального тела в пространстве;
2. Способы задания движения точки (указать неверное):
 - а. векторный способ
 - б. координатный способ
 - в. вариант а и б
 - г. нет правильного ответа
3. Интенсивность распределенной нагрузки определяется:

а. $Q = \frac{q}{l}$

б. $Q_A = \frac{Q}{l}$

в. $q = \frac{Q}{l}$

г. $q = Q \cdot l$

Полный перечень заданий для тестирования смотрите в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

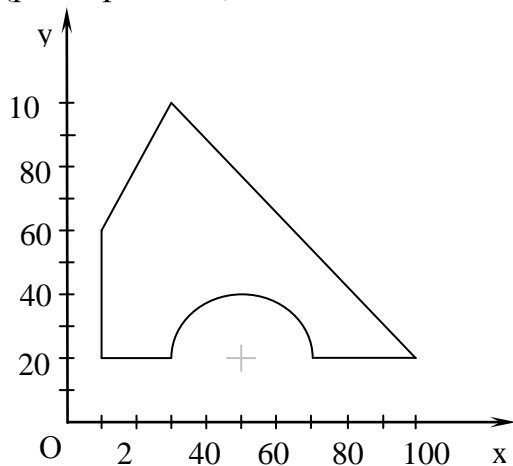
Расчетно-графические работы выполняются в аудитории под контролем преподавателя. В случае если обучающийся отсутствовал на учебном занятии во время проведения расчетно-графической работы, он обязан выполнить ее самостоятельно и отдать на проверку преподавателю кафедры до проведения зачета. Иногда расчетно-графическая работа может быть выполнена в часы самоподготовки. Для выполнения расчетно-графической работы используются индивидуальные задания, выполненные в виде карточек с графическим материалом. В индивидуальные задания включены задачи, направленные на практическое закрепление теоретического материала, полученного ранее. Расчетно-графические работы выполняются по наиболее сложным темам:

№ темы	Наименование графической работы
1	Определение центра тяжести твердого тела
3	Определение траектории полета материальной точки

По результатам оценивания расчетно-графических работ определяется степень усвоения пройденного материала. Оценка за выполнение расчетно-графических работ выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Типовые задания для расчетно-графических работ:

Задание: определить координаты центра тяжести плоской однородной фигуры (размеры в см)



6.1.2. Промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета. Зачет проводится в устной форме, по заранее подготовленным билетам. В состав билета для зачета включается два теоретических вопроса по темам дисциплины и один практический вопрос, направленный на демонстрацию практических навыков.

Оценка за ответ на зачете выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Предмет и метод теоретической механики.
2. Предмет статики. Основные понятия статики.
3. Система сходящихся сил. Связи. Реакции связей.
4. Уравнения равновесия системы сил на плоскости.
5. Момент силы относительно точки. Пара сил. Теоремы о парах.
6. Метод Пуансо. Главный вектор и главный момент.
7. Уравнения равновесия. Три формы уравнений равновесия. Теорема Вариньона.
8. Центр параллельных сил.
9. Центр тяжести твёрдого тела и его координаты.
10. Основные понятия кинематики.
11. Кинематика точки. Способы задания движения точки.
12. Кинематика точки. Частные случаи движения точки.
13. Поступательное движение твердого тела.
14. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси (Скорости и ускорения точек вращающегося твердого тела).
15. Плоскопараллельное движение твердого тела (ППД).
16. Определение скоростей и ускорений точек при плоском движении.
17. Метод мгновенных центров скоростей.
18. Введение в динамику.
19. Основное уравнение динамики. Дифференциальные и естественные уравнения движения.
20. Две основные задачи динамики.
21. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
22. Решение первой задачи динамики.
23. Решение основной задачи динамики.
24. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.
25. Свободное падение тела без учёта сопротивления воздуха.
26. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.
27. Работа силы, приложенной к материальной точке.
28. Кинетическая энергия.
29. Динамика механической системы.
30. Обобщенные координаты. Уравнения связей. Принцип возможных перемещений.

31. Уравнение Лагранжа II рода. Кинетический потенциал.
 32. Общее уравнение динамики.
 33. Явление удара.
 34. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе.
 35. Понятие об устойчивости равновесия.
 36. Малые свободные колебания системы с одной степенью свободы.
 37. Малые затухающие и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.

Полный перечень вопросов и задач для подготовки к зачету с оценкой смотри в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

6.2 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Оценочные средства	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
опрос	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно
тестирование	процент правильных ответов	100%	отлично
		более 80%	хорошо
		более 60%	удовлетворительно
		менее 60 %	неудовлетворительно
расчетно-графическая	содержание и правильность	- работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме;	отлично

работа	выполнения	<ul style="list-style-type: none"> - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах; - полученные результаты обработаны правильно, не допущено ошибок, выводы лаконичны и соответствуют проделанной работе 	
		<ul style="list-style-type: none"> - работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме; - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах; - полученные результаты имеют несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации 	хорошо
		<ul style="list-style-type: none"> - работа выполнена в соответствии с заданием не в полном объеме; - решение задачи сопровождается краткими пояснениями не в полном объеме; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - допускаются неточности в раскрытии части категорий, несущественные ошибки математического плана при решении задач 	удовлетворительно
		<ul style="list-style-type: none"> - значительные отклонения от задания; - большое количество существенных ошибок в решении задач; - решение задачи не сопровождается краткими пояснениями; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - не выполнил работу. 	неудовлетворительно
зачет	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты ос-	зачтено

		<p>новные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа; дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя; дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.</p>	
		<p>ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.</p>	не зачтено

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

1. Microsoft Windows Professional, Russian – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-BE8-834
2. Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-D86-664
3. Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
- Библиографические базы данных ИНИОН РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/>, доступ только после самостоятельной регистрации
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ
- Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);

- Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS»
<http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная:

1. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / В.И. Дронг, В.В.Дубинин, М.М. Ильин и др.; Под общ ред. К.С.Колесникова . М.; Изд-во МГТУ им Н.Э.Баумана, 2002. – 736 с. Режим доступа: <http://elibrigps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-5295dc93-2686-4e65-81a1-18fc63873892>

Дополнительная:

1. Курс теоретической механики : Статика. Кинематика. Динамика : [гриф Мин. обр.] / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 9-е изд., стер. - СПб. : "Лань", 2002. Режим доступа:

<http://elibrigps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-37301ba1-0615-4fe5-92b6-7d7c75eee766&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение:

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная (меловая) доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Авторы: кандидат технических наук, доцент Иванов К.С., кандидат технических наук Мороз Н.А.