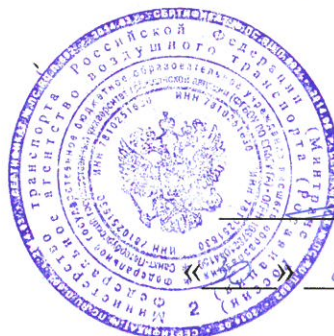


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУГА)

УТВЕРЖДАЮ



Первый  
проректор-проректор  
по учебной работе  
Н.Н.Сухих

*август* 2017 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Гидрогазодинамика

Направление подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки  
Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Санкт-Петербург  
2017

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» являются формирование знаний, умений, навыков и компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускников в части решения эксплуатационных задач, связанных с газодинамическими процессами в объеме, необходимом для подготовки специалистов, осуществляющих экспертную, надзорную и инспекционно-аудиторскую деятельность в гражданской авиации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение физической сущности газодинамических процессов;
- изучение законов и уравнений гидрогазодинамики;
- формирование навыков решения прикладных задач гидрогазодинамики.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» представляет собой дисциплину Базовой части Блока Б1 Дисциплины.

Дисциплина «Гидрогазодинамика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Физика», «Химия», «Механика».

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является обеспечивающей для дисциплин «Производственная безопасность», «Организация аварийно-спасательных и противопожарных работ».

Дисциплина изучается в 6 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-11)	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: - использовать основные законы гидрогазодинамики для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций. Владеть: - навыками использования основных законов гидрогазодинамики для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций.

Перечень и код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методы гидрогазодинамических исследований.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы гидрогазодинамических исследований для защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами гидрогазодинамических исследований для защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</li> </ul>
Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК- 1)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройства и приборы, используемые в гидрогазодинамических измерениях.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать гидрогазодинамические устройства и приборы в своей профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами использования гидрогазодинамических устройств при решении профессиональных задач;</li> <li>- современными средствами и методами проведения измерений.</li> </ul>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа:	54	54
лекции	18	18
практические занятия	36	36
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента	9	9
Промежуточная аттестация, зачет с оценкой	9	9

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-11	ОК-15	ОПК-1		
Тема 1. Гидростатика	14	+	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2. Кинематика жидкости и газа	7	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 3. Основные уравнения динамики жидкости и газа	14	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 4. Сверхзвуковое течение газа	7	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 5. Основы теории пограничного слоя	7	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 6. Турбулентные течения	14	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Итого по дисциплине	63					
Промежуточная аттестация	9					
Всего по дисциплине	108					

Сокращения: Л – лекция, ПЗ - практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос.

### 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Гидростатика	4	8	-	2	-	14
Тема 2. Кинематика жидкости и газа	2	4	-	1	-	7
Тема 3. Основные уравнения динамики жидкости и газа	4	8	-	2	-	14
Тема 4. Сверхзвуковое течение газа	2	4	-	1	-	7
Тема 5. Основы теории пограничного слоя	2	4	-	1	-	7
Тема 6. Турбулентные течения	4	8	-	2	-	14
Итого по дисциплине	18	36	-	9	-	63
Промежуточная аттестация						9
Всего по дисциплине						72

## **5.3 Содержание дисциплины**

### **Тема 1 Гидростатика**

Основные физические свойства жидкостей и газов. Молекулярная структура и особенности жидкого и газообразного состояния среды. Объемные свойства жидкостей и газов. Основное уравнение гидростатики. Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах. Силы давления покоящейся жидкости на плоские поверхности. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость плавающих сил. Равновесие газа в поле силы тяжести.

### **Тема 2 Кинематика жидкости и газа**

Вязкость капельных жидкостей и газов. Сжимаемость газов. Скорость звука. Поверхностное натяжение жидкостей. Кипение жидкостей. Кавитация. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды. Линия тока, трубка тока, струйка. Вихревое течение жидкости. Напряжение вихревого жгута. Теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Формула Био-Савара. Понятие о потенциальном течении. Функция тока. Плоские потенциальные течения. Уравнение неразрывности.

### **Тема 3 Основные уравнения динамики жидкости и газа**

Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа. Уравнение энергии. Уравнения Навье - Стокса.

### **Тема 4 Сверхзвуковое течение газа**

Параметры торможения газового потока. Характерные скорости газового потока. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавала. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения. Давление в критической точке за прямым скачком. Косые скачки уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.

### **Тема 5. Основы теории пограничного слоя**

Общие сведения о течении вязкой жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Понятие о пограничном слое. Интегральное соотношение для установившегося течения в пограничном слое несжимаемой жидкости. Смешанный пограничный слой на плоской пластине. Соппротивление трения. Отрыв пограничного слоя.

### **Тема 6. Турбулентные течения**

Переход ламинарного движения в турбулентное. Кризис сопротивления плохообтекаемых тел. Уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения. Формула Прандтля турбулентного трения. Логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб. Турбулентное течение в шероховатых трубах.

#### 5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие №1. Физико-механические свойства жидкостей и газов.	2
1	Практическое занятие №2. Основное уравнение гидростатики.	2
1	Практическое занятие №3. Закон Архимеда.	2
1	Практическое занятие №4. Сообщающиеся сосуды.	2
2	Практическое занятие №5. Потенциальное и вихревое течение жидкости.	2
2	Практическое занятие №6. Уравнение неразрывности.	2
3	Практическое занятие №7. Уравнения Эйлера.	2
3	Практическое занятие №8. Интеграл Бернулли.	2
3	Практическое занятие №9. Уравнение энергии.	2
3	Практическое занятие №10. Уравнения Навье-Стокса.	2
4	Практическое занятие №11. Параметр торможения газового потока.	2
4	Практическое занятие №12. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья.	2
5	Практическое занятие №13. Толщина пограничного слоя.	2
5	Практическое занятие №14. Расчет положения точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный.	2
6	Практическое занятие №15. Уравнения Рейнольдса.	2
6	Практическое занятие №16. Формула Прандтля турбулентного трения.	2
6	Практическое занятие №17. Расчет сопротивления гладких труб.	2
6	Практическое занятие №18. Расчет трубопровода.	2
Всего по дисциплине		18

#### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## 5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], 2.16-2.18, [1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	2
2	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], гл. 1,[1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	1
3	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], гл. 2, 10,[1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	2
4	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], гл. 3,[1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	1
5	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], гл. 8,[1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	1
6	1. Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий: [3], гл.9,[1,2,4,5]. 2. Подготовка к практическим занятиям, в том числе устному опросу [4-10].	2
Итого по дисциплине		9

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1 Куликов, А.А. **Гидрогазодинамика**: учебное пособие по дисциплине «Гидрогазодинамика» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Куликов, И.В. Иванова, И.Н. Дюкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург :СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. — ISBN:978-5-9239-0760-5. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68444>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

2 Ландау, Л.Д. **Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва :Физматлит, 2011. — 736 с. — ISBN:978-5-9221-1303-8/ Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2232>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

3 Лойтянский, Л. Г. **Механика жидкости и газа** [Текст]. М.: Дрофа, 2003–840 с. - ISBN: 5-7107-6327-6. Количество экземпляров -250.

б) дополнительная литература:

4 Давыдова, М.А. **Лекции по гидродинамике** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва :Физматлит, 2011. — 216 с. — ISBN: 978-5-9221-1303-8. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5264>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

5 Корабельников, Д.В., Ханефт, А.В. **Основы механики сплошных сред в примерах и задачах: учебное пособие. Ч. 1: Гидродинамика** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово :КемГУ, 2011. — 102 с. - ISBN: 978-5-8353-1135-4 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30150>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6 Единое **окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

7 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»**[Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

8 **КонсультантПлюс. Официальный сайт компании** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

9 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения 17.06.2016).

10 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения 17.06.2016).



## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.254.
2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP Prof, x64 Ed, Microsoft Windows Office Standard 2007.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Гидрогазодинамика используются классические формы и методы обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения конструкции и технической эксплуатации систем воздушных судов и авиационных двигателей. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, которое сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков.

Самостоятельная работа студентов включает:

1 Работа с основной и дополнительной литературой, составление плана-конспекта по основным вопросам занятий.

2 Подготовка к практическим занятиям, в том числе к устному опросу.

Самостоятельная работа студента проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета с оценкой.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы по темам дисциплины,. Устный опрос проводится на практических занятиях с це-

лью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Устный опрос, представляющий собой устную форму общения со студентами по изученным ранее вопросам.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» предусмотрена балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Данная форма формирования результирующей оценки учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, выполнение самостоятельных заданий, участие в НИР.

По итогам обучения в четвертом семестре во время экзаменационной сессии проводится зачет с оценкой.

К моменту сдачи зачет с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий.

### 9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Тема / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов (из общего расчета 100 баллов на дисциплину)		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Прим.
	минимальное значение	максимальное значение		
Обязательные виды занятий				
Тема № 1.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 1.</i>	0,5	1	1	
<i>Лекция № 2.</i>	0,5	1	3	
<i>Практическое занятие № 1.</i>	1,5	2	1	
<i>Практическое занятие № 2.</i>	1,5	2	2	
<i>Практическое занятие № 3.</i>	1,5	2	3	
<i>Практическое занятие № 4.</i>	1,5	2	4	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу.	3	4		
Итого баллов по теме №1	10	14		

Тема / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов (из общего расчета 100 баллов на дисциплину)		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Прим.
	минимальное значение	максимальное значение		
Тема № 2.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 3.</i>	0,5	1	5	
<i>Практическое занятие № 5.</i>	1,5	2,5	5	
<i>Практическое занятие № 6.</i>	1,5	2,5	6	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу.	2,5	4		
Итого баллов по теме № 2.	6	10		
Тема № 3.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 4.</i>	0,5	1	7	
<i>Лекция № 5</i>	0,5	1	9	
<i>Практическое занятие № 7.</i>	1	2	7	
<i>Практическое занятие № 8.</i>	1	2	8	
<i>Практическое занятие № 9.</i>	1	2	9	
<i>Практическое занятие № 10.</i>	1	2	10	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к устному опросу. Подготовка к защите лабораторных работ.	2,5	4		
Итого баллов по теме № 3.	7,5	14	8	
Тема № 4.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 6.</i>	0,5	1	11	
<i>Практическое занятие № 11.</i>	1,5	2	11	
<i>Практическое занятие № 12.</i>	1,5	2	12	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополни-	2	4		

Тема / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов (из общего расчета 100 баллов на дисциплину)		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Прим.
	минимальное значение	максимальное значение		
тельной литературой. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу				
<b>Итого баллов по теме № 4.</b>	5,5	9		
Тема № 5.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 7.</i>	0,5	1	13	
<i>Практическое занятие № 13.</i>	1,5	2	13	
<i>Практическое занятие № 14.</i>	1,5	2	14	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу	2,5	4		
<b>Итого баллов по теме № 5.</b>	6	9		
Тема № 6.				
<i>Аудиторные занятия</i>				
<i>Лекция № 8</i>	0,5	1	15	
<i>Лекция № 9</i>	0,5	1	17	
<i>Практическое занятие № 15.</i>	1,5	2	15	
<i>Практическое занятие № 16.</i>	1,5	2	16	
<i>Практическое занятие № 17.</i>	1,5	2	17	
<i>Практическое занятие № 18.</i>	1,5	2	18	
<i>Самостоятельная работа</i>				
Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу.	3	4		
<b>Итого баллов по теме № 6.</b>	10	14		
<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	45	70		

Тема / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов (из общего расчета 100 баллов на дисциплину)		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Прим.
	минимальное значение	максимальное значение		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Участие в конференциях по теме дисциплины		10		
Научная публикация по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		

Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти балльной «академической» шкале	
Количество баллов по БРС	Оценка (по 5-ти балльной «академической» шкале)
90 и более	5 - «отлично»
70÷89	4 - «хорошо»
60÷69	3 - «удовлетворительно»
менее 60	2 - «неудовлетворительно»

## 9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В процессе преподавания дисциплины «Гидрогазодинамика» для текущей аттестации обучающихся используются показатели, характеризующие текущую учебную работу студентов:

- устные опросы;
- активность посещения занятий и работы на занятиях;

Методика балльной оценки степени освоения студентами учебного материала дисциплины «Гидрогазодинамика» предполагает следующее выставление баллов:

1. Посещение занятия – 0,5 балл.
2. Ведение конспекта на лекции – от 0,5.
3. Активная работа на занятиях – 1,5 - 2 баллов.

4. Оценка за устный опрос – от 2 до 4 баллов.

*Проведение устного опроса*

Оценивается на «4 балла», если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленные вопросы.

По итогам освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета с оценкой и предполагает устный ответ студента по билетам на вопросы из перечня. К зачету с оценкой допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Зачет с оценкой принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Зачет с оценкой является заключительным этапом изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ОК-11; ОК-15; ОПК-1.

Во время подготовки студенты могут пользоваться материальным обеспечением зачета с оценкой, перечень которого утверждается заведующим кафедрой.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

*«Физика»:*

1 Основные понятия кинематики поступательного движения: скорость, ускорение, траектория, путь, центр масс. Системы координат.

2 Вращательное движение. Центробежное (нормальное) ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, радиус кривизны.

3 Динамика. Материальная точка. Сила. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.

4 II-ой закон Ньютона. Закон сохранения импульса.

5 Работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.

6 Изопроцессы. Законы идеальных газов

7 Адиабатический процесс. Формула Пуассона. Работа в изо- и адиабатических процессах.

*«Химия»:*

1 Основные химические понятия. Материя и вещество. Атом, молекула, химический элемент. Валентность и степень окисления элемента. Атомная и молекулярная массы. Количество вещества – моль.

2 Общее представление об атоме. Элементарные частицы атома, атомное ядро, изотопы, изобары, изотоны.

3 Основные понятия химической термодинамики.

4 Понятие о катализе и катализаторах.

5 Скорость гетерогенных химических реакций.

«Механика»:

1 Что называется динамикой?

2 Когда возникает сила инерции?

3 В чём отличие при изучении движения тел динамике от кинематики?

4 В чём проявляется инертность тела, что является мерой инертности?

5 Какие законы лежат в основе динамики?

6 Формулировка первого закона (закона инерции)?

7 Что устанавливает второй закон (основной закон динамики)?

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для балльно-рейтинговой оценки

Формулировка осваиваемой части компетенции	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенции	Описание шкалы оценивания
Способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-11)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидродинамики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные законы гидродинамики для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций.</li> </ul>	<p>Понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- значение законов гидродинамики в исследовании окружающей среды.</li> </ul> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы гидродинамики для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций.</li> </ul> <p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность использования основных законов гидродинамики</li> </ul>	<p>Максимальное количество баллов, полученных за зачет с оценкой – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан») – 15 баллов. Неудовлетворительной сдачей зачета с оценкой, считается оценка менее 15 баллов. При неудовлетворительной сдаче зачета или неявке по неуважительной причине на зачет зачетная составляющая приравнивается к нулю. В</p>

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования основных законов гидродинамики для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций.</li> </ul>	<p>ки для исследования окружающей среды, разрешения проблемных ситуаций.</p>	<p>этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет. Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на три вопроса. Ответы на вопросы билета по результатам семестра оцениваются следующим образом:</p> <p><i>1 балл:</i> отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;</p> <p><i>2 балла:</i> нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;</p> <p><i>3 балла:</i> нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;</p> <p><i>4 балла:</i> ответ</p>
<p>Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методы гидродинамических исследований.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы гидродинамических исследований для защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами гидродинамических исследований для защиты производственного персонала и населения от воз-</li> </ul>	<p>Понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методы гидродинамических исследований.</li> </ul> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы гидродинамических исследований для защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</li> </ul> <p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность использования методов гидродинамических исследований для защиты производственного персонала и населения в конкретной ситуации.</li> </ul>	<p>этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет. Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на три вопроса. Ответы на вопросы билета по результатам семестра оцениваются следующим образом:</p> <p><i>1 балл:</i> отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;</p> <p><i>2 балла:</i> нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;</p> <p><i>3 балла:</i> нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;</p> <p><i>4 балла:</i> ответ</p>



	<p>можных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</p>		<p>удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</p> <p><i>5 баллов:</i> ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</p> <p><i>6 баллов:</i> ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в</p>
<p>Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК- 1)</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройства и приборы, используемые в гидрогазодинамических измерениях.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать гидрогазодинамические устройства и приборы в своей профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами использования гидрогазодинамических устройств при решении профессиональных задач;</li> <li>- современными средствами и методами проведения измере-</li> </ul>	<p><b>Понимает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работу устройств и приборов, используемых в гидрогазодинамических измерениях</li> </ul> <p><b>Применяет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гидрогазодинамические устройства и измерительные приборы в своей профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Анализирует:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гидрогазодинамические устройства, необходимые для решения профессиональных задач;</li> <li>- современные средства и методы проведения измерений.</li> </ul>	<p>удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</p> <p><i>5 баллов:</i> ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</p> <p><i>6 баллов:</i> ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в</p>

	ний.		<p>объеме учебной программы;</p> <p><i>7 баллов:</i> ответ хороший, но студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, но требовались наводящие вопросы;</p> <p><i>8 баллов:</i> ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;</p> <p><i>9 баллов:</i> систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность;</p> <p><i>10 баллов:</i> ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам</p>
--	------	--	---

			учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.
--	--	--	--

### 9.6 Типовые контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

#### Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля в форме устного опроса

- 1 Газодинамические параметры: давление, плотность и температура. Как они связаны между собой для газов?
- 2 В чем отличие молекулярной структуры капельной жидкости и газа?
- 3 Чем отличается вязкость капельных жидкостей и газов?
- 4 Сжимаемость газов, её связь со скоростью звука.
- 5 Чем обусловлено поверхностное натяжение жидкостей?
- 6 Запишите основное уравнение гидростатики.
- 7 Как измеряется давление жидкостей и газов?
- 8 Силы давления покоящейся жидкости на криволинейной поверхности.
- 9 Сформулируйте закон Архимеда.
- 10 Что такое стандартная атмосфера? Как изменяются температура, плотность и давление с высотой?
- 11 В чём отличие методов Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды?
- 12 Дайте определение понятиям линия тока, трубка тока, струйка.
- 13 Дайте определение понятиям вихрь, вихревая линия, вихревой жгут.
- 14 Сформулируйте теорему Гельмгольца.
- 15 Запишите формулу для определения циркуляции скорости.
- 16 Какое течение называется потенциальным?
- 17 Что такое функция тока?
- 18 Запишите уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
- 19 Запишите уравнения Эйлера.
- 20 Запишите интеграл Бернулли.
- 21 Запишите уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
- 22 Запишите уравнение энергии для газа.

- 23 Запишите уравнения Навье – Стокса для жидкости и газа.
- 24 Какие критерии гидродинамического подобия вы знаете?.
- 25 Какие критерии теплового подобия вы знаете?
- 26 Запишите формулы для определения параметров торможения газового потока.
- 27 Запишите уравнение Гюгонио. Что такое сопло Лаваля?
- 28 Как распространяются возмущения в сверхзвуковом потоке. Что такое конус Маха?
- 29 Что такое скачок уплотнения (ударная волна)?
- 30 Чему равно давление в критической точке за прямым скачком?
- 31 Изобразите структуру течения при обтекании сверхзвуковым потоком клина и конуса.
- 32 Как устроены сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей?
- 33 Чем отличаются ламинарный и турбулентный режимы течения.
- 34 Что такое пограничный слой?
- 35 Изобразите структуру смешанного пограничного слоя на плоской пластине.
- 36 Из-за чего возникает отрыв пограничного слоя?
- 37 Управление пограничным слоем.
- 38 Из-за чего возникают гидравлические потери?
- 39 Чем объясняется кризис сопротивления плохообтекаемых тел?
- 40 Запишите уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения.
- 41 Запишите формула Прандтля турбулентного трения.
- 42 Запишите логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб.
- 43 Какие модели турбулентности вы знаете?

**Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине в форме зачета с оценкой**

- 1 Основные физические свойства жидкостей и газов.
- 2 Молекулярная структура и особенности жидкого и газообразного состояния среды.
- 3 Плотность сплошной среды. Объемные свойства жидкостей и газов.
- 4 Вязкость капельных жидкостей и газов.
- 5 Сжимаемость газов. Скорость звука.
- 6 Поверхностное натяжение жидкостей.
- 7 Кипение жидкостей.
- 8 Кавитация.
- 9 Общие условия равновесия.
- 10 Основная теорема гидростатики. Основное уравнение гидростатики.
- 11 Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести.
- 12 Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах.

- 13 Измерение давления.
- 14 Силы давления покоящейся жидкости на криволинейной поверхности.
- 15 Силы давления покоящейся жидкости на плоской поверхности.
- 16 Относительное равновесие несжимаемой жидкости
- 17 Закон Архимеда. Плавание тел.
- 18 Остойчивость плавающих сил.
- 19 Равновесие газа в поле силы тяжести.
- 20 Стандартная атмосфера.
- 21 Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды.
- 22 Линия тока, трубка тока, струйка.
- 23 Вихревое течение жидкости.
- 24 Напряжение вихревого жгута.
- 25 Теорема Гельмгольца.
- 26 Циркуляция скорости.
- 27 Теорема Стокса. Формула Био - Савара.
- 28 Понятие о потенциальном течении.
- 29 Функция тока.
- 30 Плоские потенциальные течения.
- 31 Уравнение неразрывности.
- 32 Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа.
- 33 Уравнения Эйлера.
- 34 Интеграл Бернулли.
- 35 Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
- 36 Уравнение энергии.
- 37 Уравнения Навье - Стокса.
- 38 Подобие физических процессов.
- 39 Теоремы теории подобия.
- 40 Критерии гидродинамического подобия.
- 41 Критерии теплового подобия.
- 42 Теория размерностей.
- 43 Параметры торможения газового потока.
- 44 Характерные скорости газового потока.
- 45 Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья.
- 46 Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Конус Маха.
- 47 Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком.
- 48 Основные соотношения для прямого скачка уплотнения.
- 49 Давление в критической точке за прямым скачком.
- 50 Косые скачки уплотнения.
- 51 Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.
- 52 Общие сведения о течении вязкой жидкости.

- 53 Ламинарный и турбулентный режимы течения.
- 54 Понятие пограничного слоя.
- 55 Интегральное соотношение для установившегося течения в пограничном слое несжимаемой жидкости.
- 56 Смешанный пограничный слой на плоской пластине.
- 57 Сопротивление трения.
- 58 Отрыв пограничного слоя.
- 59 Управление пограничным слоем.
- 60 Гидравлические потери. Потери на трение при ламинарном течении.
- 61 Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения.
- 62 Переход ламинарного движения в турбулентное.
- 63 Кризис сопротивления плохообтекаемых тел.
- 64 Уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения.
- 65 Формула Прандтля турбулентного трения.
- 66 Модели турбулентности.
- 67 Логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб.
- 68 Турбулентное течение в шероховатых трубах.

### **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Приступая к изучению дисциплины «Гидрогазодинамика», обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Уровень и глубина усвоения дисциплины, обучающемуся, зависят от активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. В этой связи важное значение имеет самостоятельная работа обучающегося. Целью этой работы является вовлечение обучающегося в самостоятельную познавательную деятельность и формирование у него методов организации своей деятельности, которые приводят к развитию самостоятельного мышления, способностей к профессиональному саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации в современных условиях.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов.

Важное значение имеет формирование конспекта лекций. При его ведении необходимо четко фиксировать рубрикацию материала, т.е. разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Необходимо делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Иногда обучающийся не успевает записать важную информацию в конспект. Тогда необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, восполнить эту информацию в дальнейшем.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачета с оценкой.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы. Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель:

- кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме;
- проводит устный опрос обучающихся.

По итогам лекций и практических занятий преподаватель выставляет полученные обучающимся баллы, согласно п. 9.1 и п. 9.2. Отсутствие студента на занятиях или его неактивное участие в них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю в установленные им сроки.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей исследовательской и познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала;
- подготовку к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6.);
- подготовку докладов (примерный перечень тем докладов в п.9.6).

Систематичность занятий предполагает равномерное, в соответствии с пп. 5.2, 5.4 и 5.6, распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения дисциплиной. Такой подход позволяет из-

бежать дефицита времени, перегрузок, спешки и т. п. в завершающий период изучения дисциплины. Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине. Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче зачета с оценкой по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Зачет с оценкой (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины) позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Зачет с оценкой предполагает ответы на 3 вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию (п.9.6).

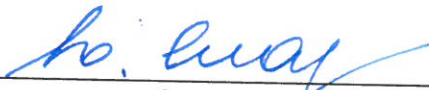


Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

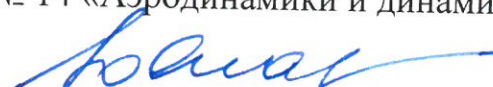
Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полёта»

«21» 12 2016 года, протокол № 4.

Разработчик:


1 к.т.н., доцент  Садовников Г.С.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полёта»

к.т.н., доцент  Опара Ю.С.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., профессор  Балясников В.В.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «22» 06 2016 года, протокол № 9.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол № 10  
(в соответствии с Приказом от 05 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры).