



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Факультет энергетики и электроники

Кафедра «Турбиностроение»



УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,
ректор БГТУ

О.Н. Федонин

«03» июня 2021 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру

для поступающих на направление подготовки


13.06.01 – Электро- и теплотехника, направленность (профиль)

«Турбомашины и комбинированные турбоустановки»

Брянск 2021


Программа вступительного испытания в аспирантуру для поступающих на направление подготовки 13.06.01 – Электро- и теплотехника, направленность (профиль) «Турбомашины и комбинированные турбоустановки».

Разработал:
Заведующий кафедрой
«Турбиностроение»
канд. тех. наук, доцент

 /Осипов А.В./

Программа вступительного испытания рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Турбиностроение»: протокол № 9 от «19» мая 2021г.,

Заведующий кафедрой
канд. тех. наук, доцент

 / Осипов А.В./

Проректор по научной работе
к.т.н., доцент

 /Сканцев В.М./

© Осипов А.В.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника, направленность (профиль) «Турбомашины и комбинированные турбоустановки» (далее – аспирантура) проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, вуз, БГТУ) самостоятельно.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета.

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру проводится на государственном языке Российской Федерации в письменной или устно-письменной форме.

Вступительные испытания могут проводиться: 1) при личном присутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (контактный формат); 2) при отсутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в Университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в Университете претендента на обучение в аспирантуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у абитуриента исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в Университете для прохождения вступительных испытаний;
- при нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим абитуриенту лично присутствовать в Университете при прохождении вступительных испытаний, относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для абитуриентов-инвалидов и абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы Университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом

повышенной готовности техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя Университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в Университет.

Решение о формате прохождения абитуриентом вступительного испытания принимает приемная комиссия Университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех абитуриентов.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения абитуриента заблаговременно.

При проведении вступительного испытания Университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференцсвязь, электронная почта, компьютерное тестирование.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате - 3 астрономических часа (180 минут).

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах, представлен в п. 4 настоящей программы.

За отведенное время абитуриент должен представить письменные развернутые ответы на каждый вопрос экзаменационного билета. Ответы абитуриент записывает на бланке приемной комиссии Университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов).

За ответы на вопросы экзаменационного билета может быть начислено:

- за ответ на первый вопрос билета – до 33 баллов;
- за ответ на второй вопрос билета – до 33 баллов;
- за ответ на третий вопрос билета – до 33 баллов.

Применяются критерии оценки знаний, представленные в таблице 1.

Методика выставления оценки базируется на совокупной оценке всех членов экзаменационной комиссии, сформированной на основе независимых оценок каждого члена комиссии. Итоговая оценка абитуриента за вступительное испытание рассчитывается как сумма полученных баллов за ответы на все вопросы экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по вступительному испытанию – 41 балл, максимальная оценка – 100 баллов. Дополнительный балл добавляется в случае высокого уровня ответа на все вопросы экзамена.

После проверки результатов вступительного испытания комиссия может провести индивидуальное собеседование с абитуриентом для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у абитуриента несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

Таблица 1 - Критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного испытания

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
Вопрос 1	
33	<ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень осведомленности по теме; - ответ на вопрос демонстрирует свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %; - на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	<ul style="list-style-type: none"> - средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70–89%; - на 70 – 89% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
16-23	<ul style="list-style-type: none"> - низкий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-16	<ul style="list-style-type: none"> - неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриента осведомленности по теме; - отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
Вопрос 2	
33	<ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100%; - на 90 – 100% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	<ul style="list-style-type: none"> - средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %; - на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
16-23	<ul style="list-style-type: none"> - низкий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие,

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-16	<ul style="list-style-type: none"> - неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриентов осведомленности по теме; - отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
Вопрос 3	
33	<ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %; - на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	<ul style="list-style-type: none"> - средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %; - на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
16-23	<ul style="list-style-type: none"> - низкий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-16	<ul style="list-style-type: none"> - неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриента осведомленности по теме;

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	- отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ

Вступительное испытание в дистанционном формате проводится в виде собеседования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности абитуриента в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ и письменного изложения вопросов с использованием технологий электронной-образовательной среды в виде прикрепления и проверки эссе. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется абитуриентом через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов), т.е. максимальная оценка – 100 баллов.

Набор вопросов для экзамена определяется случайным образом из общего списка (количество вопросов на экзамене – 3).

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи абитуриентом вступительного испытания.

Вступительное испытание в форме дистанционного прикрепления эссе проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени (для идентификации личности) и может быть записано техническими средствами Университета.

Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до абитуриента путем размещения информации в личном кабинете абитуриента, а также, в случае необходимости, по другим доступным каналам связи (посредством передачи по электронной почте, СМС-уведомлением, путем объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.).

Абитуриент самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;

- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на абитуриента, обеспечивающую передачу видеоизображения или аудиовидеоинформации;

- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между абитуриентом и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета абитуриент получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку абитуриента по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места абитуриента к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриентом (прокторинга). В случае применения Университетом системы прокторинга абитуриент информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии Университета, в том числе, в случае подачи абитуриентом апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается Приемной комиссией Университета при вынесении решения о результатах сдачи абитуриентом вступительного испытания и/или апелляционной комиссией Университета в случае подачи абитуриентом апелляции.

Процедуре прохождения абитуриентом компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая осуществляется путем демонстрации абитуриентом на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) абитуриента и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением абитуриента.

Если абитуриент отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия абитуриента по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении вступительного испытания, абитуриент **обязан**:

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС Университета третьим лицам;

- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;

- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;

- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса вступительного испытания;

- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;

- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);

- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;

- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы прокторинга, нарушений абитуриентом указанных выше обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении абитуриенту оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

1. Физические свойства жидкости и газов. Основные законы и гипотезы, на которых основана гидромеханика.
2. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).
3. Уравнение Бернулли для вязкой несжимаемой жидкости. Физический смысл и применение его в инженерной гидравлике.
4. Высокотемпературные ГТУ, необходимость охлаждения деталей турбины, способы охлаждения, их температурные границы, потери и затраты энергии на охлаждение, процесс расширения газа в охлаждаемой многоступенчатой турбине в T-S-диаграмме.
5. Пути снижения потерь энергии в проточной части турбины, назначение диффузора за последней ступенью, типы применяемых диффузоров.
6. Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Закон трения Стокса.
7. Схемы и циклы ГТУ с промежуточным охлаждением и промежуточным подводом тепла, их особенности, практическое применение.
8. Основные критерии гидродинамического подобия. Их физический смысл.
9. Способы утилизации тепла уходящих газов ГТУ, их схемы, циклы, сравнение, пути реализации.
10. Понятие о пограничном слое. Интегральное соотношение Кармана.
11. Цикл ГТУ с регенерацией тепла уходящих газов, его основные характеристики, преимущества и недостатки.
12. Ламинарный пограничный слой (продольное обтекание тонкой пластины, изменение толщины слоя и касательных напряжений на стенке).
13. Турбулентный пограничный слой (продольное обтекание тонкой пластины, изменение толщины слоя и касательных напряжений на стенке).
14. Центробежные компрессоры, их основные характеристики и сравнение с осевыми компрессорами.
15. Отрыв пограничного слоя. Влияние продольного градиента давления на структуру пограничного слоя. Сопротивление тел при обтекании вязкой жидкости.
16. Работа сжатия, основные характеристики и треугольники скоростей осевых турбокомпрессоров.
17. Характеристические коэффициенты осевой ступени турбомшины.

18. Промежуточный перегрев пара в ПТУ. Разделительное давление и его выбор.

19. Потери энергии от влажности пара. Эрозия. Способы снижения потерь энергии и эрозии от влажности.

20. Регенеративный подогрев питательной воды в ПТУ. Уравнения теплового баланса регенеративных подогревателей. Преимущества и недостатки регенеративного подогрева.

21. Расчет пера рабочей лопатки на растяжение.

22. Принцип действия и треугольники скоростей двухвенечной осевой турбинной ступени.

23. Расчет на изгиб лопатки осевой турбины.

24. Дроссельное парораспределение паровой турбины. Тепловой процесс турбины с дроссельным парораспределением в тепловой диаграмме при изменении нагрузки.

25. Колебания лопаток.

26. Сопловое парораспределение паровой турбины. Тепловой процесс турбины с сопловым парораспределением в тепловой диаграмме при частичной нагрузке.

27. Осевое усилие, действующее на ротор турбомшины. Факторы, определяющие осевое усилие на ротор турбомшины. Способы уменьшения осевого усилия.

28. . Лабиринтовое уплотнение (устройство и принцип действия). Тепловой процесс лабиринтового уплотнения в тепловой диаграмме. Формула для расчета расхода рабочего тела через лабиринтовое уплотнение.

29. Обеспечение вибрационной надежности облопачивания.

30. Особенности регулирования газовых турбин.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Газовая динамика МЖГ. Под ред А.И. Леонтьева, 1997.
2. Щегляев А.В. Паровые турбины. -М.: Энергия, 1993.
3. Паровые и газовые турбины. Под ред. В.В. Фролова и А.Г. Костюка. –М.: Изд-во МЭИ, 2002.
4. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. –М.: Изд-во МЭИ, 2000.
5. Самойлович Г.С. Гидроаэромеханика. –М.: Машиностроение, 1980.
6. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. –Л.: Машиностроение, 1982.

7. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. –М.: Энергоиздат, 1982.
8. Елисеев Ю.С., Манушин Э.А., Михальцев В.Е., Осипов М.И., Суровцев И.Г. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
9. Газотурбинные установки. Конструкции и расчет. Справочное пособие. –Л.: Машиностроение, 1978.
10. Костюк А.Г., Шерстюк А.Н. Газотурбинные установки. –М.: Высшая школа, 1979.
11. Кириллов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки. –М.: Машгиз, 1956.
12. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. –М.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. М.: Энергоиздат, 1974. 592 с.
14. Кириллов И.И., Иванов А.И., Кириллов А.И. Паровые турбины и паротурбинные установки. Л.: Машиностроение, 1978. 278 с.
15. Кириллов И.И. Теория турбомашин. Л.: Машиностроение. 1972, 536 с.
16. Турбины тепловых и атомных электрических станций / А.Г. Костюк и др. М.: МЭИ, 256 с
17. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. 536 с.
18. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. М.: Энергоатомиздат, 1990. 468 с.
19. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок / В.Л. Иванов и др. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 346 с.
20. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1984. 280 с.
21. Теплообменники энергетических установок /Ю.М. Бродов и др. Екатеринбург: Сократ, 2003, 968 с