

## Система семинаров по общей физике с использованием технологий дистанционного обучения

А. В. Селиверстов\*

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
физический факультет, кафедра общей физики  
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2  
(Поступила в редакцию 04.08.2021; подписана в печать 06.08.2021)

Рассмотрены принципы построения системы для дистанционного проведения семинаров по общей физике, обсуждается опыт её реализации для студентов физического факультета МГУ на базе коммуникационного приложения Discord и фреймворка Google Workshop.

PACS: 01.40.Di, 01.20.+x, 01.40.gb, 01.55.+b.

УДК: 37.09, 378, 53

Ключевые слова: общая физика, семинары, вебинары, дистанционное обучение, современные информационные технологии, технические средства обучения.

### ВВЕДЕНИЕ

2020 год неожиданно стал революционным для системы образования: пандемия коронавируса заставила школы и вузы в считанные дни перевести учебный процесс из аудиторной формы в дистанционную. Вариантов организации онлайн-семинаров может быть много. В настоящей статье рассмотрены возможные принципы построения системы для дистанционного проведения семинаров по общей физике и опыт её реализации для студентов физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова на протяжении двух семестров с учётом предложений самих студентов.

### 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

После перевода занятий в дистанционную форму большинство иногородних студентов разъехались из общежития по домам. Поэтому используемое для проведения дистанционных занятий программное обеспечение должно устойчиво работать не только в широкополосных телекоммуникационных сетях, но и оптимизировать потоки данных для сетей меньшей пропускной способности, при этом поддерживая мобильность пользователей и не требуя финансовых затрат. Исходя из этого, оно должно быть:

- **бесплатно или свободно распространяемым** (*freeware* или *free software*): не требовать каких-либо выплат правообладателю со стороны пользователей (студентов) или оператора (преподавателя);
- **мультиплатформенным**: работать с разными аппаратными платформами (персональные компьютеры, планшеты, смартфоны) и распространёнными операционными системами (Linux, Windows, MacOS, Android, iOS);

- **мобильным**: иметь версию для мобильных устройств, обладающую необходимыми функциональными возможностями;
- **распределённым**: не опираться в своей работе на один сервер и одного оператора (пользователя с привилегированным доступом).

Разные функции системы для дистанционного проведения семинаров могут реализовываться разными программами, от используемых приложений не требуется универсальности. При анализе необходимых функций такой системы были разбиты на три блока:

1. **Организационный**: оперативное оповещение участников о мероприятиях, доступ к архиву организационной информации.
2. **Коммуникационный** (онлайн-овый): проведение вебинаров в форме видеоконференций, аудио- или видеотрансляций (презентации, интерактивные доски, видеофрагменты, компьютерные модели).
3. **Содержательный** (офлайн-овый): хранение и систематизация содержания учебного курса, заданий для самостоятельной работы, реализация организационных процессов (тестирование, сдача и проверка домашних и контрольных заданий, расчёт рейтинга).

Рассмотрим более подробно реализацию этих функциональных блоков.

### 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА

К решению организационных вопросов можно подойти разными методами, имеющими свои преимущества и недостатки:

- рассылка по электронной почте — фиксированный список участников, отсутствие общедоступного архива сообщений;

\*E-mail: [panopticum@physics.msu.ru](mailto:panopticum@physics.msu.ru)

- групповой чат в мессенджере — возможность обсуждения информации, доступность архивных сообщений (всех или с момента подключения к чату);
- страница в социальной сети — гибкие возможности подписки на оповещения, доступа к архивным сообщениям, организации взаимодействия участников.

В связи с популярностью в студенческой среде социальной сети «ВКонтакте» был выбран последний вариант, и для оперативного решения оргвопросов была создана открытая группа. Все студенты академической группы уже имели аккаунт в этой сети, это подразумевает регулярное получение ими оповещений об активности в группе. Преподаватель является администратором группы, и студентам-участникам приходят особые уведомления об объявлениях, опубликованных от его лица. Возможности сети «ВКонтакте» также позволяют размещать текстовые, графические и видеоматериалы, отправлять личные сообщения, устраивать опросы-голосования, узнавать мнение студентов, делиться контактами других участников образовательного процесса.

Доступ можно реализовать либо через браузер, либо с помощью приложений для различных ОС, в том числе мобильных.

### 3. СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Сейчас в учебном процессе используется много различных программных средств. В основном они реализуют следующие основные способы дистанционной коммуникации:

1. **Стрим** — трансляция аудио- и видеопотока от одного источника:

- камеры, показывающей преподавателя и/или обычную доску;
- электронной доски, компьютера или мобильного устройства, демонстрирующего презентацию или компьютерную модель (видеопоток) с интерактивными объяснениями (аудиопоток);
- компьютера или мобильного устройства, воспроизводящего информацию по фиксированному сценарию (видеофрагменты, анимации).

2. **Видеоконференция** — трансляция аудио- и видеопотоков от многих источников.

3. **Чат** — обмен текстовой и графической информацией в браузерах или мессенджерах.

Есть различные подходы к организации дистанционного образовательного процесса. Наиболее тиражируемый до недавнего времени офлайн способ заключается в предоставлении доступа к готовым видеозаписям учебных занятий (лекций, семинаров и т.п.), а также дополнительным методическим и контрольным материалам (см., например, видеозаписи лекций и семинаров на сайте кафедры общей физики физфака МГУ). Однако после вынужденного тотального перехода на дистанционное обучение в условиях контроля занятости его участников стал доминировать наиболее ресурсоёмкий по отношению к используемой телекоммуникационной среде способ — видеоконференции (передача видеопотока в режиме реального времени). Они достаточно бессмысленны в высшей школе, где вопрос дисциплины и мотивации не стоит с такой остротой, как в средней. Кроме того, в естественных и точных науках существенная часть информации доносится до слушателя не в нарративной, а в более насыщенных визуальной и символической формах, поэтому гораздо необходимее средства, реализующие трансляцию слайдовых презентаций, поскольку трансляция исключительно изображения преподавателя не несёт достаточной смысловой нагрузки.

Острым вопросом являются способы обратной связи слушателей с преподавателем, ведущим занятие. На семинарах по физике аудиоканал для этих целей недостаточен в силу специфики предмета, поскольку иногда требуется передача информации в графическом виде: необходима простая возможность встраивания изображений, например, фотографий решения, зарисовки и т.п. («сфотографировал–загрузил–прислал»). При этом видеоканал, как правило, при разумном объёме передачи информации обладает слишком низкой разрешающей способностью. Отдельно отметим возможность передачи формул более простым, нежели для визуальной информации, способом. Имеющиеся на настоящий момент решения типа интерактивной доски не позволяют без специальной тренировки или технического оснащения воспроизводить графическую информацию в приемлемом качестве.

Таким образом, помимо общих требований, вытекающих из принципов построения системы, к коммуникационной среде предъявлялись следующие дополнительные:

1. Возможность трансляции преподавателем видеопотока из разных источников (камера, презентация, видеофрагменты, модельные программы).
2. Аудиосвязь между всеми участниками процесса обучения.
3. Доступный для всех текстовый чат с возможностью загрузки изображений, в том числе непосредственно с фотокамеры.
4. В связи со спецификой изучаемой дисциплины крайне желателен простой способ передачи символической информации (формул).

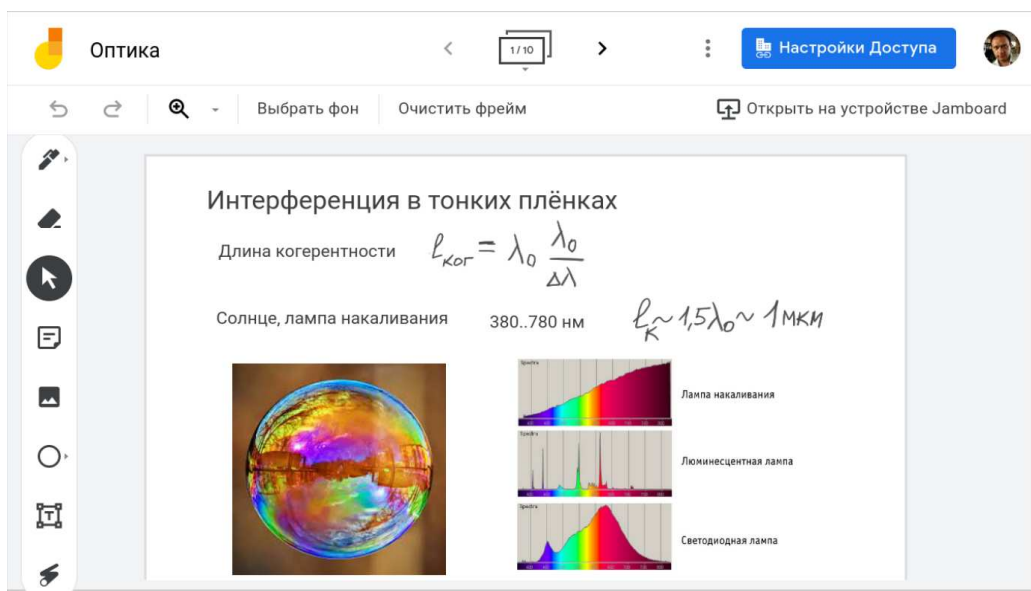


Рис. 1. Интерфейс Google Jamboard в браузере

Исходя из них, с самого начала для проведения онлайн-семинаров (вебинаров) было выбрано приложение Discord, совмещающее в себе текстовый мессенджер, аудиочат, видеотрансляцию с камеры или экрана компьютера преподавателя, видеоконференцию (с возможностью быстрого переключения между различными функциями). Реализованы клиентские приложения для настольных компьютеров, работающих под управлением ОС Windows, macOS и Linux, мобильные приложения для Android и iOS, а также веб-клиент. С помощью Discord по заранее согласованному расписанию проводились вебинары по текущей учебной теме. Они были интерактивными, поскольку во время занятия студенты задавали интересующие их вопросы в текстовом или голосовом чате.

Важной особенностью текстового чата Discord является возможность набора математических формул в нотации LaTeX и их отображения в свёрстанном виде (технически это реализовано добавлением в текстовый чат бота MathBot). Полезной особенностью программы является возможность ограничения скорости потока передаваемой аудиоинформации (битрейта), что позволяет комфортно (без прерывания связи) проводить вебинары даже в условиях ограниченной пропускной способности телекоммуникационных каналов.

Безусловно, существуют альтернативы в выборе программного обеспечения (например, Zoom или Google Meet). Но на момент начала дистанционного обучения они не предоставляли для свободного доступа все необходимые возможности требуемому количеству слушателей; кроме того, у них нет возможностей по написанию математических формул.

Во втором «дистанционном» семестре к средствам проведения семинаров добавилась интерактивная доска Google Jamboard (рис. 1), позволяющая в режиме

реального времени писать и рисовать пером на рабочем поле («фрейме»), отображать на нём файлы изображений и графические примитивы (прямоугольник, треугольник, круг и т.п.), набирать текст. Содержимое доски (до 20 фреймов) может быть сохранено в виде PDF-файла. Доступ к доске также возможен через браузер или с помощью приложений для различных ОС.

Использование этого сервиса помогает обсуждать решения сложных задач, отвечать на вопросы студентов, но требует дополнительного средства ввода информации: специализированного графического планшета (периферийного устройства для компьютера) или сенсорного экрана смартфона или планшета (планшетного компьютера). Рисование с помощью манипулятора «мышь» не даёт приемлемого качества.

Использование телекоммуникационных средств неожиданно продолжилось и тогда, когда занятия вернулись к аудиторной форме. Так, например, с их помощью можно показать без использования дополнительных технических средств обучения маленький образец, сложную иллюстрацию, видеозапись обсуждаемого физического явления, результат моделирования с помощью компьютерной программы. Кроме того, удобными оказались рассылка домашних заданий студентам, их последующий сбор, проверка и отслеживание текущей успеваемости. Также оказалось весьма востребованным размещение учебной информации в систематизированном виде в облачном хранилище.

#### 4. ПРЕЗЕНТАЦИИ

Основа каждого вебинара — презентация, которая демонстрируется студентам и комментируется препода-

вателем. Презентации готовятся в системе компьютерной вёрстки LaTeX и представляют собой документы, созданные с использованием класса beamer, встроенного в большинство дистрибутивов LaTeX. Это шаблон, позволяющий включать в презентацию сложные математические формулы, иллюстрации и анимации, разбивать (в том числе самостоятельно) её на отдельные слайды, управлять порядком появления элементов многочастного слайда, автоматически генерировать и вставлять навигацию с учётом логических разделов документа. Beamer имеет широкий встроенный набор стандартных элементов, функций и цветографических схем, упрощающих дизайн и вёрстку презентации.

Сами презентации создаются как текстовые документы, в которых автор задает текст и его структуру, тэгами размечаются необходимые конструкции (слайды с заголовками или без, блоки в рамках, нумерованные или ненумерованные списки и т.п.), а система самостоятельно на основе выбранного пользователем шаблона форматирует документ и генерирует графический файл, заменяя при этом дизайнера и верстальщика. Отдельно отметим следующие её возможности:

- представление математических формул любой сложности: это ключевое отличие LaTeX от офисных текстовых редакторов, поскольку TeX создавался как система вёрстки научных текстов, и сейчас хорошо разработанная нотация LaTeX de facto является стандартом для записи математических формул в компьютерном виде;
- создание векторной графики: с помощью пакетов PGF/TikZ можно рисовать рисунки и схемы на основе широкого набора графических примитивов, причём стиль оформления (например, размер и начертание шрифтов) будут согласованы с основным текстом;
- построение диаграмм: пакеты PGF/TikZ также дают возможность задать графики функций и/или экспериментальные зависимости с использованием различных типов диаграмм, координатных осей и т.п.;
- возможность быстрого выбора режима презентации при генерации графического файла: постепенное развёртывание слайда по ходу устного объяснения или показ слайда целиком для самостоятельного просмотра презентации. Наличие этих режимов позволяет преобразовывать презентацию из вида, используемого во время семинара, в вид, предоставляемый студентам для самостоятельной работы, с минимальными затратами (обычно требуется набор одной короткой команды разметки).

Свёрстанная презентация сохраняется в формате PDF (рис. 2), позволяющем просматривать её на различных платформах, включая мобильные. Этот формат может включать используемую в документе графику

в векторном виде, существенно экономя объём графического файла и позволяя демонстрировать презентацию на экранах с высоким разрешением без потери качества. Для включения дополнительной информации в текст можно встраивать гиперссылки.

Ранее также практиковалось создание различных документов для использования в учебном процессе: текстов домашних заданий, дополнительных материалов к семинарам, презентаций. Однако при аудиторном очном обучении они играют вспомогательные роли, поскольку недостающую информацию в графическом или символическом виде преподаватель всегда может изобразить на доске; в дистанционной форме они выходят на первый план, требуют тщательного продумывания как с содержательной, так и с эргономической точек зрения. Предлагаемые слушателям материалы должны быть просты в восприятии в условиях дефицита времени. Конечно, создание презентаций увеличивает объём работы преподавателя при подготовке семинара. Однако это с лихвой компенсируется ростом наглядности представления учебного материала, который остаётся у слушателей и может использоваться впоследствии в качестве справочного. К тому же отсутствие при создании презентации реализации подхода WYSIWYG (What You See Is What You Get, как в распространённых офисных текстовых редакторах) в LaTeX компенсируется простотой работы в интегрированных средах для создания документов, например TeXstudio.

## 5. СОПРОВОЖДЕНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Кроме презентации, после каждого вебинара студенты должны получать обычное домашнее задание (по сборнику задач кафедры или иным задачникам), а также ссылки на оффлайновые ресурсы — например, видеозаписи лекций и семинаров, которые рекомендуется посмотреть, научно-популярных текстов и видео, примеров применения в технике, справочных данных и т.п. Эти материалы необходимо разместить, систематизировать, при наличии практических заданий — оповестить об этом слушателей курса, а затем собрать решения в электронном виде. Также к подобным задачам можно отнести хранение текущих оценок и ведение рейтинга, причём к этой информации могут иметь доступ только авторизованные пользователи.

Все эти задачи может решить фреймворк Google Workspace, развёрнутый на домене физического факультета physics.msu.ru. Он включает в себя не только электронную почту и облачное хранилище (диск) с возможностью создания и редактирования текстовых документов, электронных таблиц и презентаций. Кроме упомянутых выше Jamboard и Meet, необходимо упомянуть Forms — простой инструмент для проведения тестирований; редакторы уравнений, позволяющие использовать нотацию LaTeX для вставки формул в онлайн-документы; и, конечно же, Classroom.

Это система сопровождения учебных курсов, реали-



**Задача**  
Получите уравнение адиабатического процесса.

$$0 = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$$

$$c_v \frac{dT}{T} = -R \frac{dV}{V}; \quad \frac{dT}{T} = -\frac{R}{c_v} \frac{dV}{V}$$

$$\ln \frac{T}{T_0} = -\frac{R}{c_v} \ln \frac{V}{V_0}; \quad \ln \frac{T}{T_0} = -\frac{c_p - c_v}{c_v} \ln \frac{V}{V_0}; \quad \frac{T}{T_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{c_p - c_v}{c_v}}$$

$$TV^{\frac{c_p}{c_v} - 1} = \text{const}; \quad pV \cdot V^{\gamma - 1} = \text{const}; \quad pV^\gamma = \text{const}.$$

*a*

**Колебания 3-атомных молекул**

Моды колебаний и температуры их возбуждения для H<sub>2</sub>O

Тип	1	2	3
Мода			
T, K	2280	5240	5390
ω, 10 <sup>14</sup> 1/c	3,00	6,89	7,08

Общее число колебательных степеней свободы — 3.

*б*

Рис. 2. Примеры PDF-презентаций, созданных в LaTeX с использованием класса beamer

зующая все перечисленные выше функции. Кроме размещения основных и дополнительных материалов к занятиям, она позволяет рассылать оповещения о новых заданиях, отслеживать срок их сдачи (включая установку напоминаний в календарях пользователей), загружать фото или сканы решений. В функции Google Класс для преподавателя входят возможность просмотра загруженных домашних работ, проставления оценок и создания непосредственно на фото решения пометок с комментариями, выставленные оценки и пометки с комментариями сразу становятся доступными студентам и автоматически заносятся в сводную таблицу.

Контрольные работы также могут проводиться в дистанционной форме: в заранее назначенное время студентам открывается доступ к заданиям, которые можно сделать индивидуальными. Фотографии выполненных заданий должны быть до определенного времени загружены в систему.

Доступ к Google Classroom осуществляется через браузер или приложения для компьютеров или мобильных устройств.

### 6. МНЕНИЕ СТУДЕНТОВ

В середине и в конце первого семестра для выяснения мнения студентов об используемой системе были проведены два опроса, созданных в сервисе Google Forms на домене физического факультета physics.msu.ru. Респонденты оценивали различные элементы описанной выше системы и при желании могли дополнительно в открытой форме высказать свое мнение и внести предложения.

Оба опросника были одинаковыми. В них необходимо было оценить:

- группу ВКонтакте;
- текстовый чат;
- голосовой чат;
- трансляцию презентации.

Каждый из этих элементов оценивался по трём критериям:

1. насколько он информативен в том виде, в котором использовался;
2. насколько необходим при использовании выбранной модели дистанционного обучения;
3. пользуется ли им респондент.

Демонстрируемая **презентация** оценивалась, исходя из следующих соображений:

1. достаточны ли объём и уровень изложенного материала;
2. устраивает ли респондента качество её оформления (размер шрифта, рисунки, формулы, переключение слайдов);
3. нужен ли после семинара PDF-файл, содержащий эту презентацию.

Отдельный пункт опросника был посвящён **домашнему заданию**:

1. удобно ли получать задание;
2. достаточны ли его объём и уровень;
3. удобно ли отправлять его решение.

Оценка выставлялась по следующей ранжированной шкале:

- «безусловно нет» (такие оценки обозначены здесь знаком «-»);
- «скорее нет, чем да» («-»);
- «не определился» («0»);
- «скорее да, чем нет» («±»);
- «безусловно да» («+»).

В последнем пункте опроса студенты могли высказать своё мнение о среде **Google Classroom** в произвольной форме.

Первый опрос прошли 25 студентов, второй — 19, при этом 16 человек участвовали в обоих. В целом они положительно оценили опыт дистанционного обучения по общей физике. Количество полученных ранговых оценок представлено в таблице 1. Видно, что студенты положительно оценили разработанную систему дистанционного проведения семинаров и активно использовали её элементы.

Также можно проследить, как за половину семестра изменились оценки тех студентов, которые принимали участие в обоих опросах: эти данные представлены в таблице 2. Видно, что важность организационной информации уменьшилась, так как к концу семестра взаимодействие участников образовательного процесса было уже налажено. Также можно сказать, что студенты стали немного больше использовать имеющиеся инструменты (текстовый и голосовой чаты), но в целом их оценки не сильно изменились.

Приведём ряд замечаний, высказанных студентами в произвольной форме.

Про **группу ВКонтакте**: «удобна для объявлений, удаленной связи вне семинаров»; «отлично выполняет функцию оперативной связи со студентами. Это лучше, чем публикации на личной странице преподавателя» (возможно, за счёт приоритетной публикации информации об обновлениях); «это удобно, можно без больших усилий узнать/уточнить что-то нужное».

Несмотря на приспособленность **текстового чата** к записи сложных математических формул, студенты в массе более критично оценивают его практическую пользу (несмотря на мнения «удобно задавать вопросы, иногда у некоторых людей возникают одинаковые, не нужно задавать по много раз»; «Удобен для связи, задавания вопросов, с появлением бота стало ещё удобнее, можно писать формулы, если они вдруг не встретились в презентации»).

**Голосовой чат** позволяет разбирать возникающие в ходе семинара вопросы с меньшими трудозатратами и без навыков компьютерной передачи математических формул. Кроме того, «слушать и смотреть слайды приятнее, чем просто смотреть слайды».

О **трансляции презентации**: «Проведение семинаров в дискорде информативнее присылания файлов с теорией или ссылок на запись лекций и семинаров, потому что можно задавать и разбирать вопросы, возникающие во время семинаров. + к удобству это презентация в течение семинара, а не просто открытый голосовой канал, добавляет наглядности»; «формулы и вычисления лучше воспринимаются визуально»

**Презентация** «хорошо выделяет основные моменты, необходимые для понимания, несомненно, она нужна после семинара, чтобы была возможность ещё раз посмотреть тему и примеры задач, если

возникают некоторые трудности».

Про **Google Classroom**, как основной рабочий инструмент по сопровождению курса, студенты написали достаточно много и подробно:

- «удобен в плане публикации домашних заданий, презентаций с семинаров, ссылок на различные фото/видео материалы, а так же для оценивания выполненной студентом работы (как минимум со стороны студента), ведь все делается из любой точки. Есть конечно проблема с отправкой заданий, заключающаяся в том, что прикреплять к несколько файлов неудобно в плане затрачиваемого времени (на загрузку каждого файла уходит около 10–15 секунд), но если объединять сделанное ДЗ в PDF файл, этой проблемы не будет. Так же через Classroom удобно отслеживать дедлайны по домашним заданиям, так как они выведены в отдельное окно в приложении, а так же синхронизируются с Google Календарем»;
- «удобен в плане получения, сдачи и оценивания домашнего задания: сразу видно, какой срок сдачи у каждого дз и оценка преподавателя. Также удобно получать теоретический материал, который идёт вровень с дз»;
- «удобно и наглядно + структурировано»;
- «по опыту использования могу сравнить лишь с электронным дневником школьника <...> Из главных плюсов: очень удобно получать домашние задания, срок сдачи хорошо мотивирует <...> также очень здорово, что можно в считанные секунды открыть семинары, которые были несколько месяцев назад, особенно перед экзаменом»;
- «если загрузить необходимые файлы, приложение может выступать в роли справочника или конспекта семинара»;
- «всё, что умеет, делает хорошо. Что не умеет — не требуется»;
- «к недостаткам можно отнести отсутствие возможности именно проведения занятий, но как вспомогательная платформа именно для материалов и домашнего задания он очень удобен»;
- «не очень удобно коммуницировать с преподавателем и учениками, но для этого есть другие соцсети»;
- «удобно просматривать список семинаров и дз, можно мобильно сделать и отправить дз, миссов не нашёл»;

Таблица 1. Результаты опросов студентов об элементах используемой системы

Ранг ответа →	-	±	0	±	+	-	±	0	±	+	-	±	0	±	+
<b>Первый опрос</b>															
	информативно					необходимо					пользуются ли				
Группа ВКонтакте			2	14	9			2	8	15			5	9	11
Текстовый чат			1	13	11			1	8	16			3	7	8
Голосовой чат				3	22				2	23			2	1	4
Трансляция презентации				4	21				2	23					3
	подробность					качество					нужен ли PDF				
Презентация			3	13	9			2		23			2	3	20
	получение					объём и уровень					отправка				
Домашнее задание				2	23				5	20			3	5	17
<b>Второй опрос</b>															
	информативно					необходимо					пользуются ли				
Группа ВКонтакте			4	9	6			3	9	7	1	1	5	6	6
Текстовый чат			1	6	12				4	15			1	3	7
Голосовой чат			1		4	14			3	16			2	1	1
Трансляция презентации					2	17				19			1		1
	подробность					качество					нужен ли PDF				
Презентация				8	11			1	3	15					6
	получение					объём и уровень					отправка				
Домашнее задание				1		18			1	5	13		1		4

Таблица 2. Изменения в результатах опроса студентов об элементах используемой системы

Изменение ранга →	≤-2	-1	0	1	≥2	≤-2	-1	0	1	≥2	≤-2	-1	0	1	≥2
	информативно					необходимо					пользуются ли				
Группа ВКонтакте	1	4	9	2		2	6	8			2	6	8		
Текстовый чат		2	10	4			1	11	3	1		4	5	4	3
Голосовой чат	1	1	12	2			2	12	2		2		10	3	1
Трансляция презентации			14	2				14	2			1	12	3	
	подробность					качество					нужен ли PDF				
Презентация		1	9	6			3	12		1		2	12	1	1
	получение					объём и уровень					отправка				
Домашнее задание		1	15				3	11		2		2	8	5	1

- «единственный минус — долгая загрузка фотографий»;
- «по сравнению с тем как организована дистанционная работа по другим предметам (через почту, whatsapp), Google класс имеет большое преимущество»;
- «имеет также удобную систему оповещений».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, реализованная система дистанционного проведения семинаров состояла из следующих элементов:

- группа в социальной сети «ВКонтакте» для решения организационных вопросов;
- Discord для трансляции презентаций;
- Google Jamboard для интерактивного об-

суждения;

- Google Classroom для офлайн-сопровождения учебного курса.

Созданная система удобна в использовании и студентами, и преподавателями. Её можно применять как в онлайн-, так и в аудиторной форме обучения, для чего наиболее востребованы следующие возможности:

- система рассылки, сбора и проверки домашних заданий;
- облачное хранение информации в систематизированном виде;

- возможность демонстраций презентаций, иллюстраций, модельных программ на аудиторных семинарах.

#### Благодарности

Автор выражает благодарность студентам 110 (210) учебной группы набора 2019 г. за активное обсуждение и помощь в реализации системы проведения семинаров.

---

## The framework for General physics webinars

A. V. Seliverstov

*Department of General Physics, Faculty of Physics,  
M.V.Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia.  
E-mail: panopticum@physics.msu.ru*

The principles of construction of the framework for General physics webinars are described. The experience of its realization using Discord application and Google Workshop utilities is discussed.

PACS: 01.20.+x, 01.40.Di, 01.40.gb, 01.55.+b.

*Keywords:* general physics, webinar, distance education, e-learning, m-learning.

*Received 04 August 2021.*

#### Сведения об авторах

1. Селиверстов Алексей Валентинович — канд. пед. наук, ст. преподаватель; тел.: (495) 939-14-89, e-mail: panopticum@physics.msu.ru.
-