

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И АУДИТОРНОГО ФОНДА ВУЗА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ**

**А.А. Сеньковская<sup>1</sup>**

аспирант, e-mail: capelli.rossi.nana@gmail.com

**И.И. Фураева<sup>2</sup>**

доцент, к.ф.-м.н., e-mail: furir@mail.ru

<sup>1</sup>Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва

**Аннотация.** Представлены основные причины необходимости проведения предварительного анализа исходной информации в виде рабочих учебных планов для расчёта педагогической нагрузки. Подтверждено наличие факторов, влияющих на оптимальное распределение, таких как аудиторный фонд университета, поточность групп и другие. Исследование базируется на проведении анализа и последующей оптимизации учебных планов вуза. В качестве исходных данных использовались учебные планы на текущий учебный год Казахского университета экономики, финансов и международной торговли (Астана, Казахстан), а также академические календари и правила организации учебного процесса по кредитной технологии в Республике Казахстан.

**Ключевые слова:** оптимизация, моделирование, учебный план, педагогическая нагрузка, аудиторный фонд.

### **Введение**

При составлении учебной нагрузки кафедры и вуза необходимо обработать более 200 рабочих учебных планов (РУП) на текущий учебный год, каждый из которых содержит 1-2 рабочих листа. При этом дисциплины в некоторых рабочих планах могут совпадать. Оптимизация учебной нагрузки достигается объединением занятий по всем видам аудиторной нагрузки.

Для достижения поставленных целей была разработана автоматизированная система анализа и оптимизации учебных планов для расчёта педагогической нагрузки вуза с использованием возможностей среды программирования Microsoft Visual Studio VB.Net. Рассматриваемый комплекс позволяет проводить предварительный анализ учебных планов и может быть использован в высших учебных заведениях. Кроме того, в системе моделируются преобразования учебных планов, при которых возможно оптимизировать процесс распределения учебной нагрузки между семестрами учебного года. Основной блок

данных, необходимых для анализа учебных планов, формируется в разделах программной формы, представленной на рисунке 1.

Для определения дисциплин, по которым выполняется это объединение, можно просмотреть нагрузку каждой кафедры отдельно, при этом можно произвести объединение потоков. Более эффективным решением является общий анализ РУП, выполняемый автоматизированной системой. Результаты анализа представляются в виде таблицы, содержащей дисциплины, которые читаются не менее чем на 2 потоках в каждом семестре, причём отдельно для русского и казахского отделения [1].

Пока мы не рассматриваем вопрос о переносе дисциплин на другой семестр, для этого необходимо применять математическую модель линейного программирования с достаточно большим количеством ограничений, каждое из которых следует отдельно исследовать.

В данной статье остановимся на более простом способе анализа базы данных аудиторной нагрузки вуза с учётом двухсменных занятий. Сменность занятий на осенний и весенний семестры различна, и данные об этом хранятся в базе данных. По каждой дисциплине известно не только количество кредитов, семестр, но и распределение часов по видам аудиторной нагрузки.

## **Описание алгоритма анализа рабочих учебных планов**

Предварительный расчёт педагогической нагрузки проводится в конце учебного года с учётом ожидаемого контингента в будущем учебном году. В данном случае производится расчёт либо без учёта 1 курса, либо с ожидаемым контингентом первокурсников. При этом расчёт нагрузки первого курса основан на модульных образовательных программах, старших курсов – на рабочих учебных планах.

При проведении предварительного расчёта педагогической нагрузки необходимо решить следующие задачи [2]:

- провести анализ модульных образовательных программ и рабочих учебных планов на наличие ошибок;
- выявить ошибки заполнения и исправить их;
- проверить соответствие кредитов–часов в соответствии с правилами вуза;
- выполнить анализ на дублирование дисциплин (например, для специальности «Информационные системы» были выявлены различные написания дисциплины СУБД, Системы БД, что по сути одно и то же);
- провести анализ на возможность объединения потоков;
- проверить на наличие МОП/РУП для всех потоков вуза;
- определить нагрузку по каждой кафедре;
- выполнить объединение потоков для оптимизации нагрузки [1].

В 2015–2016 учебном году из 750 дисциплин, указанных в РУП на текущий учебный год, 289 проводились более чем на 2 потоках. Из них 112 дисциплин имели различное количество кредитов в РУП или различное количество часов по видам аудиторной нагрузки.

В вузе существует определённый шаблон для заполнения модульных образовательных программ (МОП) и РУП. Однако предположение, что каждый документ строго ему соответствует, оказалось неверным, что потребовало ввести проверку его заполнения. На представленной форме проводится анализ только заголовка документов, и как оказалось, там проверять надо абсолютно всё [3].

На рисунке 1 представлена форма предварительного анализа МОП. Для РУП форма аналогична, но добавляется проверка на соответствие кредитов аудиторным часам (проводится для всех дисциплин РУП).

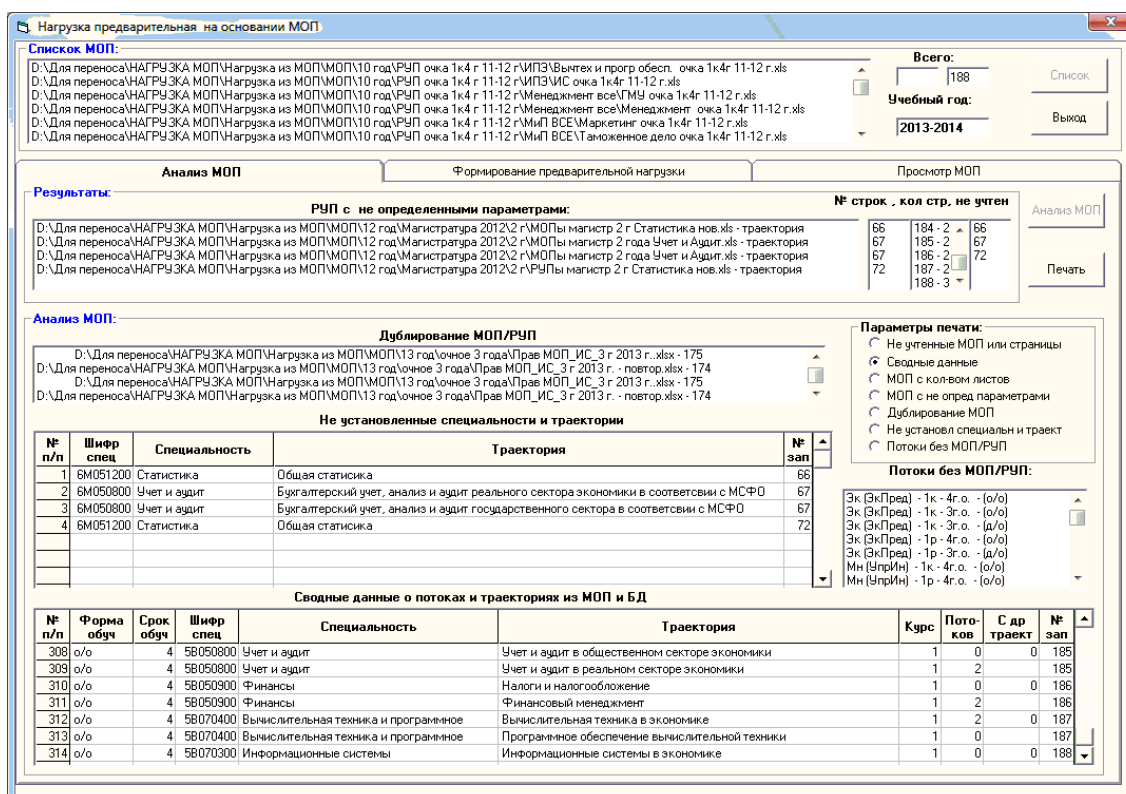


Рис. 1. Диалоговое окно анализа МОП/РУП

В верхней части программного окна (рис. 1) приводится список МОП/РУП, которые анализируются. Опыт показал, что анализ удобнее проводить по частям. Часто эти части связаны с готовностью документов; как видно из рисунка, анализируется только 190 документов Excel, каждый из которых может содержать от 1 до 3 листов. Документы могут быть подготовлены как в Excel 2003 с расширением .xls, так и более поздних версий, с расширением .xlsx, что учтено в алгоритме. В рамке «Список МОП» кроме собственно списка указано количество элементов в списке, а также порядковый номер в списке выбранного элемента при его выделении. Там же указан учебный год, для которого анализируются МОП/РУП, т. к. он может не совпадать с текущим учебным годом.

Полученные результаты представляются в виде таблицы, содержащей следующие столбцы: дисциплина, количество кредитов, количество лекций, семинарских и лабораторных занятий, осенний и весенний семестры с разделением на смены отдельно для русского и казахского отделения. В указанных столбцах записываются потоки студентов, на которых читается дисциплина. Пример полученной таблицы при использовании автоматизированной системы приведён на рисунке 2.

| Сводные данные о дисциплинах нагрузки |  |         |          |                                  |         |                                  |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
|---------------------------------------|--|---------|----------|----------------------------------|---------|----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|
| Форма обучения очная                  |  |         |          |                                  |         |                                  |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
| №                                     | Дисциплина   | Кредиты | Часы     | 1 семестр                        |         |                                  |         | 2 семестр                         |         |                                   |         |                                   |
|                                       |  |         |          | Русское отделение                |         | Казахское отделение              |         | Русское отделение                 |         | Казахское отделение               |         |                                   |
|                                       |  |         |          | 1 смена                          | 2 смена | 1 смена                          | 2 смена | 1 смена                           | 2 смена | 1 смена                           | 2 смена |                                   |
| 1                                     | 2  | 3       | 4        | 5                                | 6       | 7                                | 8       | 9                                 | 10      | 11                                | 12      |                                   |
| 1                                     | 1-С Бухгалтерия  | 2       | 15/0/15  | УА (УАРС)<br>- 3 г.о. -<br>3курс |         | УА (УАРС)<br>- 3 г.о. -<br>3курс |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
| 2                                     | 1-С Бухгалтерия  | 2       | 15/15/0  | УА (УАРС)<br>- 4 г.о. -<br>4курс |         | УА (УАРС)<br>- 4 г.о. -<br>4курс |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
| 3                                     | 1-С Бухгалтерия  | 3       | 15/15/15 |                                  |         |                                  |         | УА (УАРС)<br>- 3 г.о. -<br>2курс  |         | УА (УАРС)<br>- 3 г.о. -<br>2курс  |         |                                   |
| 4                                     | International Trade and World Goods Markets (in English) | 2       | 15/15/0  | МЭ (ВЭД) -<br>4 г.о. -<br>4курс  |         |                                  |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
| 5                                     | International Trade and World Goods Markets (in English) | 3       | 30/15/0  | МЭ (ВЭД) -<br>3 г.о. -<br>3курс  |         |                                  |         |                                   |         |                                   |         |                                   |
| 414                                   | Этика социального работника                              | 2       | 15/15/0  |                                  |         |                                  |         | СР (СоцЗН)<br>- 3 г.о. -<br>2курс |         | СР (СоцЗН)<br>- 4 г.о. -<br>2курс |         | СР (СоцЗН)<br>- 4 г.о. -<br>2курс |

Рис. 2. Сводные данные о дисциплинах кафедры для предварительного расчёта нагрузки

Если из таблицы удалить все строки, в которых дисциплина встречается только один раз, т. е. в различных учебных планах для одной и той же дисциплины указаны одинаковые кредиты и часы, то для анализа останется 230 строк.

При анализе таблицы можно обнаружить, что РУП возможно редактировать таким образом, чтобы оптимизировать нагрузку кафедры и вуза.

Если дисциплина ведётся на каком-нибудь отделении не менее чем на 2 потоках, то она печатается в таблицу, при этом для каждого количества кредитов и распределения по видам аудиторной нагрузки печатается отдельная строка.

Во-первых, было обнаружено 10 дисциплин, которые при одинаковых кредитах имели различное распределение часов по видам аудиторной нагрузки. Часть из них приведена на рисунке 3. Если изменить для одного из потоков распределение часов и сделать их одинаковыми, то это даст возможность объединить потоки при проведении занятий.

Внесение изменений в распределение по видам аудиторных часов позволило оптимизировать нагрузку кафедр путём объединения всех видов аудиторных занятий. Очевидно, что подобный анализ возможен только с использованием автоматизированных систем. Полученный результат анализа представляется руководству вуза, которое принимает решение о целесообразности внесения

| № п/п | Наименование дисциплины                         | Кол-во кредитов | Распределение часов | Группа                      |
|-------|---|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| 1     | 1-С Бухгалтерия                                 | 2               | 15/0/15             | УА (УАРС) - 3 г.о. - 3курс  |
| 2     | 1-С Бухгалтерия                                 | 2               | 15/15/0             | УА (УАРС) - 4 г.о. - 4курс  |
| 3     | Иностранный язык 2                              | 3               | 0/45/0              | ТД (ТДФЭС) - 4 г.о. - 1курс |
| 4     | Иностранный язык 2                              | 3               | 30/15/0             | Эк (ЭкСС) - 4 г.о. - 1курс  |
| 5     | Казахский (Русский) язык                        | 3               | 0/45/0              | 10 групп                    |
| 6     | Казахский (Русский) язык                        | 3               | 30/15/0             | Эк (ЭкСС) - 4 г.о. - 1курс  |
| 7     | Компьютерная реализация численных методов       | 3               | 15/15/15            | ВТ (ВТЭ) - 4 г.о. - 2курс   |
| 8     | Компьютерная реализация численных методов       | 3               | 30/15/0             | ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 2курс   |
| 9     | Микроэкономика                                  | 2               | 0/30/0              | УА (УАРС) - 3 г.о. - 1курс  |
| 10    | Микроэкономика                                  | 2               | 15/15/0             | 7 групп                     |
| 11    | Практический иностранный язык 1                 | 3               | 0/45/0              | МЭ (ВЭД) - 4 г.о. - 2курс   |
| 12    | Практический иностранный язык 1                 | 3               | 15/30/0             | СКС (ДА) - 4 г.о. - 2курс   |
| 13    | Теория вероятностей и математическая статистика | 3               | 15/15/15            | ВТ (ВТЭ) - 4 г.о. - 2курс   |
| 14    | Теория вероятностей и математическая статистика | 3               | 30/15/0             | ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 2курс   |
| 15    | Физика  | 2               | 15/0/15             | ИС (ИСБ) - 3 г.о. - 1курс   |
| 16    | Физика  | 2               | 15/15/0             | ВТ (СПО) - 3 г.о. - 1курс   |

Рис. 3. Перечень дисциплин с неэффективным распределением часов по видам работы

изменений в модульные образовательные программы и рабочие планы. Анализ выполняется в конце учебного года при предварительном расчёте педагогической нагрузки на будущий учебный год с учётом ожидаемого контингента, особенно первого курса [4].

Обучение по программе бакалавриата очной формы обучения в Республике Казахстан осуществляется по двум направлениям:

- полная форма обучения для студентов, поступивших после окончания школы (срок обучения – 4 года);
- сокращённая форма обучения для студентов на базе технического и профессионального образования (срок обучения – 3 года).

Такая организация обучения приводит к необходимости создания для них модульных образовательных программ, в которых дисциплины могут отличаться количеством кредитов (что, прежде всего, связано с тем, что после окончания студенты более подготовлены к обучению по профильным дисциплинам). Предварительный анализ рабочих учебных планов на наличие одинаковых дисциплин с неидентичным распределением часов представлен на рисунке 4.

Приведённая выборка дисциплин показывает, что в целях оптимизации общего расчёта педагогической нагрузки по некоторым дисциплинам существует возможность проводить объединённые лекционные занятия, не изменяя при этом рабочие программы, по другим дисциплинам целесообразно произвести изменение распределения часов по видам работ [2].

| № п/п | Наименование дисциплины               | Кол-во кредитов | Распределение часов | Группа  |
|-------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|---|
| 1     | Web технологии                        | 2               | 15/0/15             | ВТ (ВТЭБ) - 4 г.о. - 4курс, ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 4курс |
| 2     | Web технологии                        | 3               | 15/15/15            | ВТ (ВТЭ) - 3 г.о. - 3курс                             |
| 3     | Алгебра и геометрия                   | 2               | 15/15/0             | ВТ (СПО) - 3 г.о. - 1курс, ИС (ИСБ) - 3 г.о. - 1курс  |
| 4     | Алгебра и геометрия                   | 3               | 30/15/0             | ВТ (СПО) - 4 г.о. - 1курс, ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 1курс  |
| 5     | Бухгалтерский учет                    | 2               | 15/15/0             | 3 группы  |
| 6     | Бухгалтерский учет                    | 3               | 30/15/0             | 6 групп   |
| 7     | ВЭД в РК                              | 2               | 15/15/0             | 1 группа  |
| 8     | ВЭД РК                                | 2               | 15/15/0             | 2 группы, 2 смена                                     |
| 9     | ВЭД в РК                              | 3               | 30/15/0             | 1 группа  |
| 10    | Гражданское право РК                  | 2               | 15/15/0             | 1 группа  |
| 11    | Гражданское право РК                  | 3               | 30/15/0             | 1 группа  |
| 12    | Курортология и оздоровительный туризм | 2               | 15/15/0             | Тур (ПлОТБ) - 4 г.о. - 3курс                          |
| 13    | Курортология и оздоровительный туризм | 3               | 30/15/0             | Тур (ПлОТБ) - 3 г.о. - 2курс                          |
| 14    | Микроэкономика                        | 2               | 0/30/0              | 1 группа  |
| 15    | Микроэкономика                        | 2               | 15/15/0             | 6 групп   |
| 16    | Микроэкономика                        | 3               | 30/15/0             | 1 группа  |
| 17    | Микроэкономическая статистика         | 2               | 15/15/0             | 1 группа  |
| 18    | Микроэкономическая статистика         | 3               | 30/15/0             | 1 группа  |
| 19    | Мировая экономика                     | 2               | 15/15/0             | 1 группа  |

Рис. 4. Анализ РУП на наличие одинаковых дисциплин

Следующим важным фактором оптимизации нагрузки является выявление дисциплин, занятия по которым проводятся в разные смены. На рисунке 5 приведены некоторые такие дисциплины [5, 6].

Кроме того, полученная таблица показывает дисциплины, которые ведутся в разных семестрах (как видно на рисунке 2), но для оптимизации нагрузки в этом случае потребуется анализ многих РУП и перенос части дисциплин в другой семестр с необходимостью сохранения суммарного количества кредитов в каждом семестре. Для решения поставленной задачи требуется использование сложной модели целочисленного линейного программирования, но и в описываемом простом анализе такие дисциплины также выявлены и при необходимости можно произвести некоторые изменения в РУП [7].

## Выводы

Следует остановиться на вопросе объединения занятий по всем видам аудиторной нагрузки. Поточные лекции не вызывают никаких вопросов и давно

| Наименование дисциплины            | Кол-во кредитов | Распределение часов | 1 смена   | 2 смена   |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|---|---|
| Алгебра и геометрия                | 2               | 15/15/0             |   | ВТ (СПО) - 3 г.о. - 1курс,<br>ИС (ИСБ) - 3 г.о. - 1курс |
| Алгебра и геометрия                | 3               | 30/15/0             | ВТ (СПО) - 4 г.о. - 1курс,<br>ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 1курс |   |
| Организация производства           | 2               | 15/15/0             |   | Эк (ЭкПрд) - 4 г.о. - 3курс                             |
| Организация производства           | 3               | 30/15/0             | Эк (ЭкПрд) - 4 г.о. - 4курс                             | Эк (ЭкПр) - 3 г.о. - 2курс                              |
| Рыночная инфраструктура            | 2               | 15/15/0             | Эк (ЭкПрд) - 4 г.о. - 4курс                             |   |
| Рыночная инфраструктура            | 3               | 30/15/0             |   | СКС (ГосСер) - 4 г.о. - 3курс                           |
| Программное обеспечение в финансах | 2               | 15/0/15             | ИС (ИСБ) - 3 г.о. - 2курс                               | ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 2курс                               |
| Программное обеспечение в финансах | 3               | 15/15/15            | ИС (ИСБ) - 4 г.о. - 3курс                               |   |

Рис. 5. Анализ РУП на наличие одинаковых дисциплин в разных сменах

применяются в практике высшей школы. Объединение же семинарских и лабораторных занятий стало актуальным с появлением малокомплектных групп. Поэтому в статье внимание обращается не только на одинаковое количество часов, отводимых на лекционные занятия, но и на другие виды.

Как видно из рисунка 4, есть дисциплины, занятия по которым можно объединить, но они проводятся на потоках, занимающихся в разные смены. Решение этого вопроса возможно при проведении занятий на стыке смен. Для того чтобы учебная часть, составляющая расписание, выполнила объединение потоков, не достаточно в нагрузке кафедры отобразить это объединение. Может оказаться, что расписание занятий для разных смен составляют разные сотрудники, и это объединение не будет осуществлено, что приведёт к двум равноценно неэффективным альтернативам [8]:

- либо к перевыполнению нагрузки ППС, что недопустимо,
- либо к тому, что студентам второй смены будет предложено на эти занятия ходить по расписанию первой смены, что приведёт к окнам в расписании занятий, и это тоже не желательно.

Определение дисциплин для объединения занятий на стыке смен в обобщённом виде для всего вуза позволяет получить эту информацию до составления расписания, выделить её и обратить особое внимание при составлении расписания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фураева И.И., Сеньковская А.А. Формирование учебной нагрузки для профессорско-преподавательского состава кафедры в условиях кредитной технологии обучения // Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан – 2050»: сборник трудов I международ. науч.-практич. кон-

- ференции 7–8 июня 2013 г. / Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва. Астана, 2013. С. 237–240.
2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. М. : Горячая линия – Телеком, 2006.
  3. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. М. : Финансы и статистика, 2007.
  4. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. Учебное пособие. М. : Дело, 2015.
  5. Кобелев Н.Б. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами. Учебное пособие. М. : КУРС, НИЦ ИНФРА–М, 2016.
  6. Вайсфельд М. Объектно–ориентированное мышление. СПб. : Питер, 2014.
  7. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. Учебное пособие. М. : ИНФРА–М, 2010.
  8. Фураева И.И., Сеньковская А.А. Управление процессом создания модульной образовательной программы для формирования равномерной нагрузки преподавателей // Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан – 2050»: сборник трудов I международ. науч.-практич. конференции 7–8 июня 2013 г. / Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва. Астана, 2013. С. 233–236.

### MODELLING AND OPTIMIZATION OF ALLOCATION OF HUMAN RESOURCES AND CLASSROOM UNIVERSITY FUND ON THE BASIS OF THE CURRICULUM ANALYSIS

A.A. Senkovskaya<sup>1</sup>

Postgraduate Student, e-mail: capelli.rossi.nana@gmail.com

I.I. Furayeva<sup>2</sup>

Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor, e-mail: furir@mail.ru

<sup>1</sup>Dostoevsky Omsk State University

<sup>2</sup>Eurasian National University n.a. L.N. Gumilyov

**Abstract.** The main reasons for the need for a preliminary analysis of the initial data for the calculation of teaching loads are presented. We confirmed the presence of factors that affect the optimal distribution of the teaching load, such as a classroom university fund, threading of groups and other. The study is based on the analysis and subsequent optimization of the university curriculum. The curricula for the current academic year of Kazakh University of Economy, Finance and International Trade (Astana, Kazakhstan) were used as the initial data, as well as academic calendars and rules for the organization of educational process on credit technology in the Republic of Kazakhstan.

**Keywords:** optimization, modelling, curriculum, teaching load, classroom fund.

*Дата поступления в редакцию: 10.03.2017*